

УДК 005.311.6  
ББК 65с51  
Э 40

Автор-составитель О. И. Еськова, канд. техн. наук, доцент

Рецензенты: Е. И. Сукач, канд. техн. наук, доцент Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины;  
И. В. Дубинина, ст. преподаватель Белорусского торгово-экономического университета потребительской кооперации

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации». Протокол № 2 от 11 декабря 2012 г.

**Экономико-математические** методы и модели принятия решений : пособие по выполнению курсовых работ для реализации содержания образовательных программ высшего образования I ступени / авт.-сост. О. И. Еськова. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2014. – 64 с.

ISBN 978-985-540-120-0

Пособие содержит варианты тем курсовых работ, задания, методические указания по выполнению курсовых работ, правила их оформления, пример выполнения практического задания и список рекомендуемой литературы. Оно предназначено для студентов заочной формы получения высшего образования специальности 1-26 03 01 «Управление информационными ресурсами».

УДК 005.311.6  
ББК 65с51

ISBN 978-985-540-120-0

© Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2014

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Сложность и многомерность экономических процессов в современном мире требуют от специалистов по управлению особого подхода к принятию решений, основанного на экономико-математическом моделировании и использовании специальных средств реализации моделей на компьютере. Математическое моделирование в экономике позволяет находить оптимальное решение среди множества возможных, а также проводить послеоптимизационный анализ.

Дисциплина «Экономико-математические методы и модели принятия решений» дает студентам базовые знания по вопросам моделирования, некоторым конкретным видам моделей, позволяет сформировать практические навыки реализации моделей с помощью MS Excel, MathCad и других программных продуктов. Выполнение курсовой работы по этой дисциплине является составной частью учебного процесса и необходимым этапом подготовки к сдаче экзамена.

Целью курсовой работы для студентов заочной формы получения высшего образования является закрепление и углубление знаний по линейному программированию и теории двойственности. В ходе выполнения работы студенты должны не только получить теоретические знания, но и продемонстрировать их практическое использование на конкретном примере. Поэтому каждая тема курсовой работы включает постановку задачи и вопросы, на которые студент должен ответить, анализируя отчеты MS Excel, получаемые при автоматизации решения в этом приложении.

При выполнении работы студенты должны использовать теоретический материал по математическому программированию, изложенный в отечественной и зарубежной литературе, материалы сети «Интернет», а также собственные знания, полученные на занятиях. Структура и оформление курсовой работы должны соответствовать требованиям, изложенным в настоящем пособии. Содержание должно отражать глубину знания теории линейного программирования, научной литературы, способность студентов применять полученные теоретические знания для анализа реальных экономических явлений, а также излагать свои мысли, делать выводы и заключения.

Настоящее пособие поможет студентам не только в выполнении и оформлении курсовой работы, но и подготовке к ее защите.

# **1. ВАРИАНТЫ ТЕМ И ЗАДАНИЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

## **1.1. Темы курсовых работ**

1. Анализ решения задачи планирования производства продукции на кондитерской фабрике на основе теории двойственности.
2. Анализ решения задачи планирования производства продукции на молокозаводе на основе теории двойственности.
3. Анализ решения задачи планирования производства продукции в цеху мебельного комбината на основе теории двойственности.
4. Анализ решения задачи планирования работы универсального магазина на основе теории двойственности.
5. Анализ решения задачи планирования производства продукции на швейной фабрике на основе теории двойственности.
6. Анализ решения задачи планирования производства продукции на фабрике ковровых изделий на основе теории двойственности.
7. Анализ решения задачи планирования производства мороженого на основе теории двойственности.
8. Анализ решения задачи планирования производства мебели на основе теории двойственности.
9. Анализ решения задачи оптимизации структуры производства в сельском хозяйстве на основе теории двойственности.
10. Анализ решения задачи планирования производства подшипников на промышленном предприятии на основе теории двойственности.
11. Анализ решения задачи планирования производства продукции на машиностроительном предприятии на основе теории двойственности.
12. Анализ решения задачи планирования производства продукции на ткацкой фабрике на основе теории двойственности.
13. Анализ решения задачи планирования структуры товарооборота торгового предприятия на основе теории двойственности.
14. Анализ решения задачи планирования производства продукции на предприятии «Промкабель» на основе теории двойственности.
15. Анализ решения задачи планирования производства мясных полуфабрикатов на основе теории двойственности.
16. Анализ решения задачи планирования сборки изделий производственно-коммерческой фирмы «Альтаир» на основе теории двойственности.
17. Анализ решения задачи планирования производства машиностроительного предприятия на основе теории двойственности.

18. Анализ решения задачи планирования сборки реле производственной фирмой на основе теории двойственности.

19. Анализ решения задачи планирования структуры товарооборота супермаркета на основе теории двойственности.

20. Анализ решения задачи реализации продукции агрофирмы на основе теории двойственности.

21. Анализ решения задачи планирования строительства жилых домов на основе теории двойственности.

22. Анализ решения задачи планирования производства продукции металлургического цеха на основе теории двойственности.

23. Планирование производства продукции косметической компании и анализ решения задачи на основе теории двойственности.

24. Анализ решения задачи планирования производства технических лаков на основе теории двойственности.

25. Планирование производства стульев в цехе мебельного комбината и анализ решения задачи на основе теории двойственности.

26. Планирование производства продукции в цехе промышленного предприятия и анализ решения задачи на основе теории двойственности.

27. Анализ решения задачи планирования производства продукции швейной мастерской на основе теории двойственности.

28. Планирование производства продукции на ОАО «Лесохимик» и анализ решения задачи на основе теории двойственности.

29. Планирование производства кордных тканей на заводе «Химволокно» и анализ решения задачи на основе теории двойственности.

30. Анализ решения задачи планирования производства пирожных в столовой учебного заведения на основе теории двойственности.

## **1.2. Задания по темам курсовых работ**

### ***Постановка задачи***

В каждой курсовой работе необходимо выполнить следующее:

1. Построить математическую модель задачи, привести ее к канонической форме.

2. Построить математическую модель двойственной задачи и привести ее ограничения к виду равенства.

3. Решить исходную задачу с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения» и получить отчеты по устойчивости и результатам.

4. На основе анализа вышеуказанных отчетов выписать оптимальные значения основных и дополнительных переменных исходной и двойственной задач и ответить на вопросы, сформулированные в каждом варианте задания.

### **Задания**

**Задание 1.** Маленькая кондитерская фабрика должна закрыться на реконструкцию. Необходимо реализовать оставшиеся запасы сырья для производства продуктов из ассортимента фабрики, получив максимальную прибыль. Запасы и расход каждого вида сырья для производства единицы продукции каждого вида, а также получаемая при этом прибыль представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для задания 1

Сырье	Запасы	Расход сырья на производство 1 кг конфет				
		Ореховый звон	Райский вкус	Батончик	Белочка	Ромашка
Темный шоколад, кг	1 411,0	0,8	0,5	1,0	2,0	1,1
Светлый шоколад, кг	149,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Сахар, кг	815,5	0,3	0,4	0,6	1,3	0,05
Карамель, кг	466,0	0,2	0,3	0,3	0,7	0,5
Орехи, кг	1 080,0	0,7	0,1	0,9	1,5	0
Прибыль, усл. ед. на 1 кг	–	1,0	0,7	0,6	2,0	0,3

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каков оптимальный план производства? Какова при этом прибыль?

2. Какое сырье при оптимальном плане производства использовано полностью, а какое нет?

3. Какой вид сырья является наиболее дефицитным? Как изменится прибыль, если добавить в производство дополнительно 5 кг этого сырья? А каково будет изменение прибыли при добавлении 10 кг сырья?

4. Какой тип продукции является наиболее невыгодным для производства?

5. Что произойдет, если по каким-то причинам (например, сохранения имиджа фабрики) необходимо будет выпускать 10 кг этих конфет по прежней цене на них?

6. На сколько нужно увеличить цену на эти конфеты, чтобы их стало выгодно производить?

**Задание 2.** Продукцией городского молочного завода являются молоко, кефир и сметана в пакетах. На производство 1 т молока, кефира и сметаны требуется соответственно 1,01; 1,01 и 9,45 т молока-сырца. При этом затраты рабочего времени при розливе 1 т молока и кефира составляют 0,18 и 0,19 машино-часа. На расфасовке 1 т сметаны заняты специальные автоматы в течение 3,25 ч. Всего для производства цельномолочной продукции завод может использовать 136 т молока-сырца. Основное оборудование может быть занято в течение 21,4 машино-часа, а автоматы по расфасовке сметаны – в течение 16,25 машино-часа. Прибыль от реализации 1 т молока, кефира и сметаны соответственно равна 30, 22 и 136 р. Определите объемы выпуска молочной продукции в пакетах, позволяющие получить наибольшую прибыль.

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каковы оптимальный план производства молочной продукции и соответствующая прибыль?
2. Как изменится прибыль, если основное оборудование может быть занято на 2 ч больше?
3. Какая продукция является невыгодной для производства? Какие можно дать рекомендации по изменению ценовой политики на этот вид продукции?
4. К чему приведет выполнение планового задания по выпуску кефира в объеме не менее 10 т при первоначальной цене на него?
5. Какое решение будет более выгодно для завода: организовать дополнительную доставку 10 т молока-сырца либо добавить один машино-час работы основного оборудования?

**Задание 3.** Цех мебельного комбината выпускает трельяжи, трюмо и тумбочки под телевизоры. Норма расхода материала в расчете на одно изделие, плановая себестоимость, оптовая цена предприятия и трудоемкость единицы продукции приведены в таблице 2. При этом запас древесностружечных плит, досок еловых и березовых составляет 90, 30 и 14 м<sup>3</sup> соответственно. Плановый фонд рабочего времени – 16 800 чел.-ч. Составьте план производства мебели, максимизирующий прибыль.

Таблица 2 – Исходные данные для задания 3

Ресурсы	Норма расхода ресурса на производство одного изделия		
	Трельяж	Трюмо	Тумбочка
Древесностружечные плиты, м <sup>3</sup>	0,032	0,031	0,038
Доски еловые, м <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,008

## Окончание таблицы 2

Ресурсы	Норма расхода ресурса на производство одного изделия		
	Трельяж	Трюмо	Тумбочка
Доски березовые, м <sup>3</sup>	0,005	0,005	0,006
Трудоемкость, чел.-ч	10,2	7,5	5,8
Плановая себестоимость, усл. ед.	88,81	63,98	29,60
Оптовая цена предприятия, усл. ед.	93,00	67,00	30,00

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды продукции следует выпускать мебельному комбинату? Какую сумму прибыли получит предприятие от выпуска продукции?

2. Какие ресурсы являются дефицитными при данном производстве? Запас каких ресурсов можно уменьшить и насколько?

3. Как изменится прибыль от выпуска продукции при увеличении запаса досок еловых на 5 м<sup>3</sup>?

4. К чему приведет выполнение задания плана выпуска тумбочек в количестве 100 шт.?

5. Насколько следует изменить оптовую цену одного трюмо, чтобы его стало выгодно производить?

**Задание 4.** Большой универсальный магазин собирается заказать новую коллекцию костюмов для весеннего сезона. Решено заказать четыре типа костюмов. Три типа – костюмы широкого потребления (из полиэстеровых смесей, шерстяные, хлопковые). Четвертый тип – дорогие импортные костюмы из различных тканей. Имеющийся у менеджеров магазина опыт и специальные исследования позволяют оценить средние затраты рабочего времени продавцов на продажу одного костюма каждого типа, объем затрат на рекламу и площади в расчете на один костюм каждого типа. Все эти данные, а также прибыль от продажи одного костюма каждого типа приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для задания 4

Материал костюма	Прибыль, усл. ед.	Время, ч	Реклама, усл. ед.	Площадь, м <sup>2</sup>
Полиэстер	35	0,4	2	1,00
Шерсть	47	0,5	4	1,50
Хлопок	30	0,3	3	1,25
Эластик	90	1,0	9	3,00

Предполагается, что весенний сезон будет длиться 90 дней. Магазин открыт 10 ч в день, без выходных. Два продавца постоянно будут находиться в отделе костюмов. Таким образом, имеется фонд рабочего времени  $2 \cdot 90 \cdot 10 = 1\,800$  чел.-ч. Выделенная отделу костюмов площадь составляет прямоугольник  $100 \times 60$  м. Бюджет, выделенный на рекламу всех костюмов на весенний сезон, составляет 15 000 усл. ед. Составьте план заказа костюмов по критерию максимизации прибыли магазина.

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Сколько костюмов каждого типа надо закупить, чтобы максимизировать прибыль?

2. Будут ли при этом иметь место остатки каких-либо ресурсов?

3. Допустим, что менеджер магазина считает необходимым закупить не менее 200 костюмов каждого типа. Как это требование повлияет на прибыль магазина?

4. Будет ли выгодным отдать в распоряжение отдела костюмов от отдела женской спортивной одежды площадь в размере  $400\text{ м}^2$ ? Предполагается, что на этой площади магазин может получить прибыль от продажи спортивной одежды всего лишь 750 усл. ед. за следующие 90 дней.

5. Стоит ли истратить дополнительно 400 усл. ед. на рекламу?

6. Менеджеру предлагают включить в план закупок еще один новый вид костюмов, для которого прибыль составляет 37 усл. ед., а затраты рабочего времени, средств на рекламу и площади – соответственно 0,4 ч, 4 усл. ед. и  $1,5\text{ м}^2$ . Стоит ли принимать это предложение?

**Задание 5.** На швейной фабрике для изготовления четырех видов изделий (А, В, С и D) может быть использована ткань трех артикулов. Норма расхода ткани на пошив одного изделия приведена в таблице 4. В этой же таблице указаны имеющиеся в распоряжении фабрики общее количество тканей каждого артикула и цена изделия определенного вида. Определите план выпуска швейных изделий, обеспечивающий максимальную стоимость продукции.

Таблица 4 – Исходные данные для задания 5

Номер артикула ткани	Норма расхода ткани в метрах на производство одного изделия				Запас ткани, м
	А	В	С	Д	
1	1	0	2	1	180
2	0	1	3	2	210
3	4	2	1	4	800



Цена одного изделия, усл. ед.	9	6	4	7	–
-------------------------------	---	---	---	---	---

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какой ассортимент изделий должна выпускать швейная фабрика? Какова будет максимальная стоимость изготовленной продукции в этом случае?

2. Какой из видов ткани является наиболее дефицитным для производства? Что изменится, если дополнительно закупить и использовать в производстве 200 м ткани этого артикула?

3. Какие виды изделий являются невыгодными для производства? Как изменится прибыль, если придется выполнить план производства по 10 изделий каждого вида?

4. Какие изменения в ценовой политике необходимо произвести, чтобы продукция вида D стала выгодной для производства?

5. Какое решение является более приемлемым для швейной фабрики: закупить дополнительно 100 м ткани артикула 2 или 50 м ткани артикула 3?

**Задание 6.** В распоряжении фабрики ковровых изделий имеется следующее количество ресурсов: рабочая сила (80 чел.-дней), сырье (480 кг) и оборудование (130 станко-часов). Фабрика может выпускать ковры четырех видов. Информация о количестве единиц каждого ресурса, необходимых для производства одного ковра каждого вида, и доходах, получаемых предприятием от реализации одного ковра, приведена в таблице 5. Требуется определить такой план выпуска продукции, при котором общая стоимость продукции будет максимальной.

Таблица 5 – Исходные данные для задания 6

Ресурсы	Норма расхода ресурсов на производство одного ковра				Общее количество ресурсов
	Лужайка	Силуэт	Детский	Дымка	
Труд, чел.-дней	7	2	2	6	80
Сырье, кг	5	8	4	3	480
Оборудование, станко-часов	2	4	1	8	130
Цена единицы изделия, тыс. р.	3	4	3	1	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каков оптимальный план выпуска ковров? Какая будет получена при этом общая стоимость продукции?

2. Имеется ли остаток какого-либо ресурса?

3. Как изменится общая стоимость продукции, если количество трудовых ресурсов увеличить на 100 чел.-дней (нанять еще рабочих)? Стоит ли увеличивать трудовые ресурсы на 200 чел.-дней?

4. К чему приведет выполнение планового задания по выпуску ковров «Дымка» в количестве 10 шт. при прежней цене на них?

5. Как должна быть изменена цена на один ковер «Лужайка», чтобы его стало выгодно производить?

**Задание 7.** На молочном комбинате для производства двух видов сливочного мороженого и двух видов пломбира требуется молоко натуральное, молоко сухое, молоко сухое обезжиренное, масло сливочное, сахар, молоко сгущенное, молоко сгущенное обезжиренное. Используется оборудование для расфасовки и упаковки мороженого. Норма затрат указанных ресурсов на производство 1 т мороженого приведена в таблице 6. В этой же таблице указана прибыль от реализации 1 т мороженого каждого вида и приведено общее количество ресурсов, имеющихся в распоряжении молочного комбината. Определите оптимальный план производства мороженого молочным комбинатом, обеспечивающий максимальную прибыль от его реализации.

Таблица 6 – Исходные данные для задания 7

Ресурсы	Норма расхода ресурса на производство 1 т мороженого				Общее количество ресурсов
	сливочного 1-го вида	сливочного 2-го вида	пломбира 1-го вида	пломбира 2-го вида	
Молоко натуральное, кг	550	0	620	0	64 100
Молоко сухое, кг	40	30	20	20	4 800
Молоко сухое обезжиренное, кг	30	40	30	30	5 200
Масло сливочное, кг	86	110	150	52	22 360
Сахар, кг	160	92	158	128	26 240
Молоко сгущенное, кг	0	0	0	50	800
Молоко сгущенное обезжиренное, кг	0	158	30	50	7 910
Затраты оборудования, машино-часов	4,5	4,5	4,5	4,5	720
Прибыль от реализации 1 т мороженого, усл. ед.	315	278	573	370	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество мороженого каждого вида следует производить? Какая будет получена прибыль?

2. Полностью ли задействовано оборудование в оптимальном плане производства? Имеются ли остатки сырья какого-либо вида?

3. Какое управленческое решение принесет большую прибыль: дополнительно ввести в производство 100 кг молока сгущенного или увеличить количество молока натурального на 200 кг?

4. К чему приведет плановое задание по выпуску 1 т сливочного мороженого первого вида?

5. Маркетинговый отдел предлагает ввести в план производства новый тип молочного мороженого, для производства 1 т которого требуется 500 кг молока натурального, 100 кг молока сухого, 100 кг сахара, 20 кг сгущенного молока и 4 машино-часа работы оборудования. Стоит ли принимать это предложение, если прибыль от реализации 1 т такого мороженого составляет 350 усл. ед.?

**Задание 8.** На мебельной фабрике изготавливается пять видов продукции: столы, шкафы, диваны-кровати, кресла-кровати и тахты. Норма затрат труда, древесины и ткани на производство продукции каждого вида приведена в таблице 7, в которой также указаны прибыль от реализации одного изделия каждого вида и общее количество ресурсов, имеющихся в распоряжении фабрики. Ограничения на сбыт продукции не рассматриваются. Составьте оптимальный план производства мебельной продукции, при котором прибыль от ее реализации будет максимальной.

Таблица 7 – Исходные данные для задания 8

Ресурсы	Норма расхода ресурса на производство единицы продукции					Общее количество ресурсов
	Стол	Шкаф	Диван-кровать	Кресло-кровать	Тахта	
Трудозатраты, чел.-ч	4	8	12	9	10	3 456
Древесина, м <sup>3</sup>	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	432
Ткань, м	0	0	6	4	5	2 400
Прибыль от реализации одного изделия, усл. ед.	8	10	16	14	12	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество мебели каждого вида следует производить? Какова будет при этом общая прибыль?

2. Какой вид продукции наиболее невыгоден? Что изменится в решении, если будет задан план производства диванов в количестве 20 шт.?

3. Какие управленческие решения могут сделать выгодным выпуск диванов?

4. Какой вид ресурса дефицитен?

5. Будет ли выгодно для мебельной фабрики нанять еще рабочих, добавив тем самым 500 чел.-ч рабочего времени?

6. Стоит ли закупить и использовать в производстве дополнительно 300 м ткани?

**Задание 9.** Определите оптимальную структуру производства в хозяйстве, располагающем 2 000 га пашни, ресурсами труда 300 тыс. чел.-ч и возможностями денежно-материальных затрат в размере 1,5 млн р. Могут возделываться товарные зерновые, картофель и овощные культуры. Норма затрат ресурсов на 1 га указанных культур приведена в таблице 8.

В расчете на засеянный 1 га зерновых прибыль составляет 200 усл. ед., картофеля – 500, овощных культур – 150 усл. ед. Критерий оптимальности – максимум прибыли.

Таблица 8 – Исходные данные для задания 9

Вид ресурса	Норма затрат ресурсов на 1 га засеянной площади			Общее количество ресурсов
	Зерновые	Картофель	Овощные культуры	
Пашня, га	1	1	1	2 000
Затраты труда, чел.-ч	15	50	20	300 000
Денежно-материальные затраты, усл. ед.	400	1 500	700	1 500 000

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество гектаров пашни должно быть отведено под каждую культуру? Какова при этом прибыль?

2. Может ли часть трудовых ресурсов быть отвлечена в другую сферу деятельности (например, животноводство)? Если да, то какое количество трудовых ресурсов может быть отвлечено?

3. Насколько должна быть увеличена прибыль от засева 1 га овощными культурами, чтобы их стало выгодно производить?

4. Как изменится прибыль, если отдать под пашню дополнительно 100 га частных огородов (не учитывая социальные последствия этих действий)?

5. Руководство хозяйства рассматривает возможность выращивания кукурузы, для которой затраты труда в расчете на 1 га составляют 18 чел.-ч, а материальные затраты – 300 усл. ед. Прибыль в расчете на 1 га кукурузы составляет 220 усл. ед. Выгодно ли включить кукурузу в план посева?

**Задание 10.** Промышленное предприятие «Белподшип» имеет возможность выпускать подшипники четырех видов (П1, П2, П3, П4). На их изготовление необходимо использовать три вида производственных ресурсов: кольца, шарики, сепараторы. Наличие ресурсов в плановом периоде и норма их расхода на единицу продукции указаны в таблице 9.

Таблица 9 – **Исходные данные по использованию ресурсов при производстве подшипников**

Вид ресурса	Общее количество ресурсов, шт.	Норма расхода на производство единицы продукции, шт.			
		П1	П2	П3	П4
Кольца	620	2	2	2	2
Шарики	2 000	6	8	9	6
Сепараторы	560	2	1	1	2

Также для изготовления подшипников необходимо оборудование трех видов: токарное, шлифовальное, измерительная техника. Наличие оборудования и его расход на производство одного подшипника каждого вида указаны в таблице 10.

Таблица 10 – **Исходные данные по использованию оборудования при производстве подшипников**

Вид оборудования	Доступное время эксплуатации оборудования, станко-часов	Норма расхода станко-часов на производство единицы продукции			
		П1	П2	П3	П4
Токарное	68	0,2	0,3	0,1	0,2
Шлифовальное	30	0,1	0,1	0,1	0,1
Измерительная техника	85	0,2	0,1	0,1	0,1

Маркетинговый отдел предприятия выявил, что в рассматриваемом экономическом регионе может быть получена следующая прибыль от реализации одного подшипника: П1 – 7, П2 – 5, П3 – 3, П4 – 2 усл. ед. Определите, какой объем продукции необходимо выпускать, чтобы получить максимальную прибыль.

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество подшипников каждого вида должно производить предприятие? Какова при этом прибыль?

2. Производство какого вида подшипников наиболее невыгодно? Допустим, что уже имеется оплаченный заказ на выпуск 10 шт. этих подшипников. Как необходимость выполнения этого заказа повлияет на получаемую общую прибыль?

3. Если прибыль от производства подшипников П1 окажется переоценена на 1 усл. ед., то останется ли оптимальным полученный план производства?

4. Предприятию из бюджета выделены дополнительные средства на развитие производства, на которые можно либо закупить 20 сепараторов, либо поставить один дополнительный шлифовальный станок, что добавит еще 30 станко-часов для шлифовального оборудования. Какое решение будет более полезно для предприятия? Насколько возрастет прибыль?

5. Какое количество материальных ресурсов (колец, шариков или сепараторов) может быть использовано для изготовления другой продукции (останется лишним при производстве подшипников)?

**Задание 11.** Машиностроительное предприятие для изготовления четырех видов продукции использует токарное, фрезерное, сверлильное, расточное и шлифовальное оборудование, а также комплектующие изделия. Кроме того, сборка изделий требует выполнения определенных сборочно-наладочных работ. Норма затрат всех видов ресурсов на изготовление каждого из изделий приведена в таблице 11. В этой же таблице указаны наличный фонд каждого из ресурсов, прибыль от реализации единицы продукции данного вида, а также ограничение на возможный выпуск продукции второго вида.

Найдите план выпуска продукции, при котором прибыль от ее реализации является максимальной.

Таблица 11 – Исходные данные для задания 11

Ресурсы	Норма затрат на изготовление одного изделия				Общее количество ресурсов
	1-го вида	2-го вида	3-го вида	4-го вида	
Токарное оборудование, чел.-ч	550	–	620	–	64 270
Фрезерное оборудование, чел.-ч	40	30	20	20	4 800
Сверлильное оборудование, чел.-ч	86	110	150	52	22 360

Расточное оборудование, чел.-ч	160	92	158	128	26 240
Шлифовальное оборудование, чел.-ч	–	158	30	50	7 900

Окончание таблицы 11

Ресурсы	Норма затрат на изготовление одного изделия				Общее количество ресурсов
	1-го вида	2-го вида	3-го вида	4-го вида	
Комплектующие изделия, шт.	3	4	3	3	520
Сборочно-наладочные работы, чел.-ч.	4,5	4,5	4,5	4,5	720
Прибыль от реализации изделия, усл. ед	315	278	573	370	–
Минимальный выпуск, шт.	–	40	–	–	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество изделий каждого вида должно производить предприятие? Какова при этом прибыль?

2. Производство какого вида продукции является невыгодным? Как изменится общая прибыль, если план по этому виду продукции будет увеличен на 10 ед.?

3. Какое оборудование будет не полностью загружено? Будет ли иметь место остаток комплектующих материалов?

4. Если предприятие имеет возможность добавить дополнительно 400 чел.-ч работы некоторого оборудования, то для какого оборудования это выгоднее всего сделать? Как изменится общая прибыль?

5. Если имеется 500 чел.-ч дополнительной работы оборудования, то каким должно быть решение о распределении дополнительных рабочих часов?

6. Прибыль от реализации одного изделия является прогнозной величиной. Какой вид продукции наиболее чувствителен к ситуации переоценки прибыли? Какова нижняя граница для прибыли от этой продукции, при которой предлагаемый план производства остается актуальным?

**Задание 12.** На ткацкой фабрике для изготовления ткани трех артикулов используются ткацкие станки двух видов, пряжа и красители. В таблице 12 указаны производительность станков каждого типа, норма расхода пряжи и красителей, цена 1 м ткани каждого артикула, а также имеющиеся в распоряжении фабрики фонды рабочего времени станков, пряжи, красителей и план выпуска тканей по артикулам.

Составьте производственную программу изготовления тканей, при которой общая стоимость производимой продукции будет максимальна.

Таблица 12 – Исходные данные для задания 12

Ресурсы	Норма затрат на производство 1 м ткани артикула			Общее количество ресурсов
	1	2	3	
Производительность станков 1-го типа, станко-часов	0,02	–	0,04	200,00
Производительность станков 2-го типа, станко-часов	0,04	0,04	0,02	300,00
Пряжа, кг	1,00	1,50	2,00	15 000,00
Красители, кг	0,03	0,02	0,03	250,00
Цена 1 м ткани, усл. ед.	5	8	8	–
План выпуска ткани, м	1 000	2 000	1 000	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество тканей каждого артикула должна производить фабрика? Какова при этом прибыль?

2. Какие ресурсы при этом являются дефицитными?

3. Фабрике выделены деньги из бюджета на развитие производства, которые она может потратить по своему усмотрению. Было внесено два предложения: купить один ткацкий станок второго типа, что добавит 70 станко-часов времени работы этого станка на планируемый период; закупить еще 1 000 кг пряжи. Какое решение является более выгодным? Как при этом изменится прибыль?

4. Какой вид ткани является относительно невыгодным для производства? К чему приведет увеличение планового задания по этой ткани на 500 м?

5. Цены на ткани могут измениться в течение планируемого периода. Повлияет ли на оптимальный план производства снижение цены по ткани артикула 2 на 1 усл. ед. и увеличение цены ткани артикула 3 на 3 усл. ед.?

**Задание 13.** Торговое предприятие планирует организовать продажу четырех видов товара (А, Б, В и Г), используя при этом только два вида ресурсов: рабочее время продавцов в количестве 840 ч и площадь торгового зала 180 м<sup>2</sup>. Известны плановые нормативы затрат этих ресурсов в расчете на единицу каждого товара и прибыль от их реализации, которые приведены в таблице 13.



Определите оптимальную структуру товарооборота, обеспечивающую торговому предприятию максимум прибыли.

Таблица 13 – Исходные данные для задания 13

Ресурсы	Вид товара				Общее количество ресурсов
	А	Б	В	Г	
Расход рабочего времени на единицу товара, ч	0,6	0,8	0,6	0,4	840
Использование площади торгового зала на единицу товара, м <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,4	0,1	180
Прибыль от реализации единицы товара, тыс. р.	5	8	7	9	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество товаров каждого вида должно взять для реализации торговое предприятие? Какова при этом будет прибыль?

2. Какие ресурсы при этом являются дефицитными?

3. Можно ли на торговом объекте провести сокращение персонала?

4. Допустим, руководство торгового предприятия решило провести реконструкцию, в результате которой дополнительно появится 40 м<sup>2</sup> торговой площади. Приведет ли это к изменению структуры товарооборота и величины прибыли?

5. Насколько изменится прибыль, если в результате реконструкции площадь торгового зала будет увеличена только на 10 м<sup>2</sup>?

6. Какую ориентировочную арендную плату за 1 м<sup>2</sup> площади может назначить торговое предприятие при сдаче торгового зала в аренду?

7. Нужно ли увеличивать цену на какой-либо товар из ассортимента? Если да, то почему? Можно ли, наоборот, снизить цены на отдельные товары? Как повлияет каждое из решений на оптимальный план продажи товаров?

**Задание 14.** При производстве четырех видов кабеля выполняется пять групп технологических операций. Норма затрат на 1 км кабеля данного вида для каждой из групп операций, прибыль от реализации 1 км кабеля, а также общий фонд рабочего времени, в течение которого могут выполняться эти операции, указаны в таблице 14.

Определите такой план выпуска кабеля четырех видов, при котором общая прибыль от реализации изготавливаемой продукции являлась бы максимальной.

Таблица 14 – **Исходные данные для задания 14**

Технологическая операция	Норма затрат времени в часах на обработку 1 км кабеля вида				Общий фонд рабочего времени, ч
	1-го	2-го	3-го	4-го	
Волочение	1,2	1,8	1,6	2,4	7 200
Наложение изоляции	1,0	0,4	0,8	0,7	5 600
Скручивание элементов в кабель	6,4	5,6	6,0	8,0	11 176
Освинцовывание	3,0	0	1,8	2,4	3 600
Испытание и контроль	2,1	1,5	0,8	3,0	4 200
Прибыль от реализации 1 км кабеля, усл. ед.	1,2	0,8	1,0	1,3	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Сколько километров кабеля каждого вида должно производить предприятие? Какую прибыль получит предприятие при данном плане выпуска?

2. Почему производство отдельных видов продукции является невыгодным для предприятия?

3. Какие технологические операции позволяют уменьшить общий фонд рабочего времени?

4. Что выгоднее для предприятия: увеличить общий фонд рабочего времени на освинцовывание на 1 000 ч или на скручивание на 500 ч?

5. По заданию правительства предприятию необходимо произвести 100 км кабеля четвертого вида. Как это задание повлияет на финансовые показатели деятельности предприятия?

6. Иностранная фирма предлагает предприятию произвести продукцию из давальческого сырья на имеющемся у него оборудовании. Какова должна быть стоимость аренды оборудования, чтобы предприятию было выгодно согласиться на это предложение?

**Задание 15.** Мини-цех по производству мясных полуфабрикатов для производства трех видов мясных изделий использует два типа технологического оборудования и два вида сырья. Норма затрат сырья и времени на изготовление 1 кг изделия каждого вида приведена в таблице 15. Там же указаны общий фонд рабочего времени каждой из

групп технологического оборудования, объемы имеющегося сырья, а также цена изделий и ограничения на их возможный выпуск.

Составьте такой план выпуска продукции, при котором общая стоимость всей продукции будет максимальна.

Таблица 15 – Исходные данные для задания 15

Ресурсы	Норма затрат на производство 1 кг продукции			Общее количество ресурсов
	Фарш «Славянский»	Котлеты «Аппетитные»	Фарш «Селянский»	
Производительность оборудования:				
первого типа, нормо-часов	2	1	4	200
второго типа, нормо-часов	4	3	1	500
Сырье:				
первого вида, кг	15	20	25	1 496
второго вида, кг	30	20	25	2 500
Цена 1 кг продукции, усл. ед.	10	15	20	–
Выпуск:				
минимальный, кг	10	20	–	–
максимальный, кг	–	–	100	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды мясных полуфабрикатов должен производить мини-цех и в каком количестве? Какова общая стоимость продукции при данном плане производства?

2. Какие ресурсы при этом являются дефицитными?

3. Директор мини-цеха утверждает, что доведенный вышестоящим руководством план производства продукции является необоснованным экономически. Какие аргументы могут подтвердить данное утверждение?

4. Для улучшения финансовых показателей экономист мини-цеха предлагает внести изменения в структуру выпускаемой продукции, в частности исключить из плана производства первый вид продукции. Как это повлияет на отдельные показатели работы предприятия?

5. Какие показатели изменятся, если дополнительно в производстве будет использовано 50 кг, а также 100 кг сырья первого вида?

6. Бухгалтер предлагает сдать в аренду часть технологического оборудования. Оправдано ли такое решение? Если да, то для какого типа оборудования можно это сделать?

**Задание 16.** Производственно-коммерческая фирма (ПКФ) «Альтаир» осуществляет сборку трех видов изделий, располагая при этом комплектующими 4 типов (А, Б, В и Г) в количествах, соответственно, 18; 16; 8 и 6 тыс. шт. Норма затрат каждого вида комплектующих на единицу изделия первого вида составляет, соответственно, 1; 2; 1; 0 шт.; второго вида – 2; 1; 1; 1 шт.; третьего вида – 1; 1; 0; 1 шт. Прибыль от реализации одного изделия первого вида равна 30, второго – 40, третьего – 20 тыс. р.

Составьте план производства изделий, максимизирующий прибыль. Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды изделий и в каком количестве необходимо изготавливать? Какой величины прибыль будет иметь ПКФ «Альтаир» при таком плане производства?

2. Какой тип комплектующих изделий является наиболее дефицитным?

3. Какой из нижеуказанных вариантов окажет большее влияние на изменение размера прибыли: решение закупить дополнительно 6 тыс. шт. комплектующих типа А или 3 тыс. шт. комплектующих типа Б, или 2 тыс. шт. комплектующих типа В, или 2 тыс. шт. комплектующих типа Г?

4. Фирме предлагают начать сборку нового (четвертого) вида изделия, нормы затрат на 1 ед. которого равны 1, 2, 2, 0 шт. комплектующих типов А, Б, В и Г соответственно, а прибыль составляет 15 тыс. р. за единицу. Целесообразно ли введение в план производства фирмы этого изделия?

5. Цены на изделия фирмы могут колебаться в течение отчетного периода в связи с изменением спроса на рынке. Как повлияет на прибыль снижение цены на изделие первого вида на 5 тыс. р.?

**Задание 17.** На машиностроительном предприятии для изготовления трех видов станков используется токарное, фрезерное, сварочное и шлифовальное оборудование. Затраты времени на обработку деталей станков для каждого из типов оборудования указаны в таблице 16. В этой же таблице указаны общий фонд рабочего времени для используемого оборудования, а также прибыль от реализации одного станка каждого вида.

Определите, сколько станков каждого вида следует изготовить предприятию, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Таблица 16 – Исходные данные для задания 17

Тип оборудования	Затраты времени в станко-часах на обработку деталей вида	Общий фонд рабочего времени, ч
------------------	--	--------------------------------

	1-го	2-го	3-го	
Фрезерное	2	4	5	120
Токарное	1	8	6	280
Сварочное	7	4	5	240
Шлифовальное	4	6	7	360
Прибыль, усл. ед.	10	14	12	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Производство каких видов станков вошло в оптимальный план? Какую прибыль получит предприятие от реализации продукции?

2. Какая продукция невыгодна для предприятия и почему? Что будет, если предприятие в принудительном порядке заставят выпустить 10 станков данного вида?

3. Насколько необходимо изменить цену невыгодной продукции, чтобы она вошла в оптимальный план?

4. Предприятие собирается провести модернизацию производства. Какой из следующих вариантов предпочтительнее: закупить 2 ед. фрезерного оборудования общей производительностью 40 ч в смену или закупить 10 ед. сварочного оборудования общей производительностью 100 ч в смену?

5. Коммерческая фирма предлагает предприятию сдать свои площади и оборудование в аренду. Какую ориентировочную плату должно назначить предприятие за использование своего оборудования?

6. Можно ли на предприятии списать или продать часть оборудования? Если да, то оборудование какого типа?

**Задание 18.** Фирма производит три модели электронных реле. Каждая модель требует две стадии сборки. Время, необходимое для сборки на каждой стадии, приведено в таблице 17.

Менеджер хочет максимизировать прибыль за следующие пять дней. Модель А дает прибыль 82 р. за штуку, модель В – 70, модель С – 78 р. Фирма может продать все, что произведет, и, кроме того, у нее на следующую неделю есть оплаченный заказ на 60 изделий (по 20 шт. устройства каждого типа).

Таблица 17 – Время, необходимое для сборки одного реле, мин

Продукция	Стадия 1	Стадия 2
Модель А	3	2
Модель В	2	1
Модель С	2	3
Запас ресурса времени	2 100	2 100

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каков должен быть оптимальный производственный план? Какова величина максимальной прибыли?

2. Все ли типы моделей реле выгодно производить? Насколько бы увеличилась прибыль, если бы не было заранее оплаченного заказа?

3. Допустим, что вы можете установить два сверхурочных часа работы для одной из стадий сборки. Для какой именно стадии следует назначить эти сверхурочные часы, чтобы получить наибольшую прибыль?

4. Какие изменения в ценовой политике предприятия можно предложить, чтобы производство всех реле было выгодным?

5. Допустим, имеется возможность ввести в производство новую модель реле – модель D. Прибыль от продажи одного такого реле составляет 100 р., затраты времени на первой стадии производства – 3 мин, а на второй стадии – 1 мин. Следует ли рассматривать вопрос о включении этого нового изделия в план производства?

**Задание 19.** ЧУП «Аврора» планирует провести реконструкцию центрального универсама в районном центре. Предполагается, что после реконструкции новый супермаркет будет осуществлять реализацию товаров по четырем укрупненным товарным группам. Плановые нормативы затрат ресурсов на единицу товарооборота (в млн р.), а также объемы ресурсов заданы в таблице 18.

Таблица 18 – Исходные данные для задания 19

Вид ресурсов	Затраты ресурсов на единицу объема товарооборота по товарным группам				Общее количество ресурсов
	I	II	III	IV	
Торговые площади, м <sup>2</sup>	1	2	3	2	3 600
Складские площади, м <sup>2</sup>	2	1	2	3	1 600
Рабочее время продавцов, чел.-ч	5	3	1	2	2 400
Издержки обращения, тыс. р.	1	2	3	4	3 843
Прибыль на единицу товарооборота, млн р.	3	6	4	2	–

Определите объем и структуру товарооборота супермаркета исходя из условия максимизации прибыли.

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие укрупненные товарные группы вошли в оптимальный план товарооборота? Какой объем реализации (в млн р.) должен быть по

каждой из групп? Какую максимальную прибыль может получить супермаркет?

2. Какие виды ресурсов являются дефицитными? Что означает для данной задачи понятие дефицитности?

3. Может ли предприятие увеличить численность продавцов? Насколько изменится прибыль супермаркета, если менеджер дополнительно наймет торговых работников, суммарный фонд рабочего времени которых составит 400 чел.-ч?

4. Является ли план по издержкам обращения для торгового предприятия обоснованным? Есть ли у предприятия резервы снижения издержек?

5. Эффективно ли будут использоваться торговые площади супермаркета при предполагаемой структуре товарооборота?

6. Будет ли выгодно для супермаркета организовать реализацию товаров по пятой укрупненной товарной группе, если затраты ресурсов на единицу товарооборота составляют 3; 3; 3 и 2 усл. ед., а прибыль – 6 усл. ед. на 1 тыс. р. товарооборота?

7. Какие товарные группы требуют повышения размера торговой наценки?

**Задание 20.** Агрофирма реализует цветы четырех видов (розы, лилии, гвоздики, хризантемы) через фирменный магазин, используя при этом два вида ресурсов: рабочее время продавцов в количестве 200 ч в месяц и площадь торгового зала 110 м<sup>2</sup>. Известны плановые нормативы затрат этих ресурсов в расчете на один цветок и прибыль от их реализации, которые приведены в таблице 19.

Определите оптимальную структуру товарооборота, обеспечивающего фирменному магазину агрофирмы максимум прибыли.

Таблица 19 – Исходные данные для задания 20

Показатели	Вид цветов				Общее количество ресурсов
	Розы	Лилии	Гвоздики	Хризантемы	
Расход рабочего времени на единицу товара, ч	0,8	0,4	0,3	0,5	200
Использование площади торгового зала на единицу товара, м <sup>2</sup>	0,2	0,3	0,2	0,3	110
Прибыль от реализации единицы товара, тыс. р.	15	5	7	4	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество цветов каждого вида должна продавать торговая организация? Какова при этом будет прибыль?
2. Какие ресурсы при этом являются дефицитными?
3. Можно ли на торговом объекте провести сокращение персонала?
4. Руководство агрофирмы решило провести реконструкцию магазина путем пристройки киоска. В результате дополнительно появится 20 м<sup>2</sup> торговой площади. Приведет ли это к изменению величины прибыли?
5. Стоит ли взять на работу в магазин еще одного продавца (дополнительно 100 ч рабочего времени)?
6. Стоит ли увеличить цену на какой-либо товар из ассортиментного состава? Если да, то насколько?

**Задание 21.** Имеются три проекта на строительство жилых домов. Запас стройматериалов, их расход на один дом и стоимость 1 м<sup>2</sup> жилой площади для каждого проекта приведены в таблице 20. Определите, сколько домов следует построить, чтобы получить наибольшую выручку от их продажи. Предполагается, что дома пользуются покупательским спросом.

Таблица 20 – Исходные данные для задания 21

Стройматериалы	Расход стройматериалов на один дом, м <sup>3</sup>			Запас стройматериалов, м <sup>3</sup>
	1-й проект	2-й проект	3-й проект	
Кирпич силикатный	7	3	1	965
Кирпич красный	6	3	4	750
Пиломатериалы	1	2	4	350
Отделочные материалы	4	2	5	1 258
Материалы из ПВХ	10	7	8	1 303
Стоимость продажи 1 м <sup>2</sup> жилья, усл. ед.	350	270	300	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество домов нужно построить по каждому проекту? Какова будет при этом общая прибыль?
2. Какой вид домов невыгодно строить? Что изменится в решении, если дан план строительства домов по третьему проекту в количестве 7 шт.?
3. Какие виды ресурсов дефицитны? Какой вид ресурсов является самым дефицитным?



4. Как изменится выручка от продажи жилья, если увеличить запас пиломатериалов на  $20 \text{ м}^3$ ? А как изменится прибыль при увеличении запаса этого ресурса на  $40 \text{ м}^3$ ?

5. К каким изменениям в решении задачи приведет увеличение стоимости продажи  $1 \text{ м}^2$  жилья, построенного по третьему проекту, на 42 усл. ед.?

**Задание 22.** Металлургический цех выпускает три вида продукции (А, Б и В). Прибыль от реализации 1 т произведенной продукции каждого вида составляет, соответственно, 35; 31 и 38 усл. ед. Цех располагает необходимым оборудованием. В таблице 21 для каждого типа оборудования указан расход рабочего времени для производства 1 т продукции каждого вида, а также имеющийся фонд рабочего времени. Составьте план выпуска продукции, обеспечивающий максимум прибыли.

Таблица 21 – Исходные данные для задания 22

Оборудование	Фонд времени, ч	Расход рабочего времени в часах для производства 1 т продукции		
		А	Б	В
Печь обжига	200	0,29	0,36	0
Травильный агрегат	360	12,00	11,00	9,60
Прокатный стан	416	15	9	12
Отделочный стан 1	250	1	0	0
Отделочный стан 2	250	0	1	0
Отделочный стан 3	350	0	0	1

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды продукции и в каком количестве следует производить? Какова при этом прибыль?

2. Какой вид продукции является относительно невыгодным для производства? Какое управленческое решение позволит сделать его выгодным?

3. Имеется ли оборудование, которое будет не полностью загружено работой? Какую часть рабочего времени этого оборудования можно отдать в аренду другому предприятию?

4. Если имеется возможность назначить 30 ч сверхурочного времени, то для какого оборудования это лучше всего сделать? Как это отразится на прибыли? Как отразится на прибыли возможность назначить 50 ч?

5. Как отразится на прибыли необходимость производства не менее 5 т продукции каждого вида (например, имеется оплаченный заказ на производство металла)?

**Задание 23.** Косметическая компания выпускает три основных типа румян (жидкие, перламутровые и матовые) с использованием одинаковых смесеобразующих машин и видов работ. Главному бухгалтеру фирмы было поручено разработать для компании план производства на неделю. Информация о ценах продаж и стоимости 100 л товара приведена в таблице 22.

Фонд рабочего времени ограничен 8 000 чел.-ч в неделю, а ограничение на фонд работы смесеобразующих машин составляет 5 900 ч в неделю. Кроме того, компания может потратить на сырье не более 10 000 усл. ед. за неделю.

Определите объемы производства румян всех типов, при которых достигается максимальное значение получаемой за неделю прибыли.

Таблица 22 – Исходные данные для задания 23

Показатели	Румяна		
	жидкие	перламутровые	матовые
Цена продажи на 100 л, усл. ед.	120	126	110
Издержки производства на 100 л			
Стоимость сырья, усл. ед.	11	25	20
Рабочее время, чел.-ч	10	12	8
Время работы смесеобразующих машин, ч	8	5	9

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество румян каждого вида следует произвести за неделю? Какова будет прибыль?

2. Если в соответствии с заключаемым вскоре контрактом компания должна будет произвести 1 000 л матовых румян, то как это повлияет на величину прибыли?

3. Насколько будет выгодно для компании каждое решение: нанять еще одного работника (дополнительно 42 ч рабочего времени); арендовать дополнительную смесеобразующую машину (30 ч рабочего времени); истратить еще 100 усл. ед. на сырье?

4. Можно ли отвлечь часть рабочего времени, чтобы задействовать рабочих на другом производстве? Если да, то какое количество рабочих можно отвлечь?

5. Если цена на продажу 100 л перламутровых румян окажется переоценена на 50 усл. ед. (т. е. будет на самом деле меньше), то изменится ли план производства продукции?

**Задание 24.** Частная промышленная фирма, специализирующаяся на производстве технических лаков, открывает новый филиал. Информация о ценах продажи и соответствующих издержках производства единицы полировочного и матового лаков представлена в таблице 23.

Для производства 1 л матового лака необходимо затратить 6 мин трудозатрат, а для производства одного литра полировочного лака – 12 мин. Резерв фонда рабочего времени составляет 400 чел.-ч в день. Размер ежедневного запаса необходимой химической смеси равен 100 кг, тогда как ее расход на 1 л матового и полировочного лаков составляет 0,05 и 0,02 кг соответственно. Готовый лак расфасовывается в стеклянные бутылки емкостью 1 л. Технологические возможности завода позволяют выпускать не более 3 000 бутылок лака в день.

Администрации данной фирмы необходимо определить ежедневные объемы производства каждого вида лаков, которые позволяют получать максимальный общий доход.

Таблица 23 – Данные о цене продукции и издержках производства лаков, усл. ед.

Лак	Цена продажи 1 л	Издержки производства 1 л
Матовый	13	9
Полировочный	16	10

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество лака каждого вида следует выпускать ежедневно? Какова при этом прибыль?

2. Можно ли провести сокращение персонала филиала? Как это отразится на прибыли?

3. Какое управленческое решение будет более результативным: закупить дополнительно 10 кг химической смеси по цене 10 усл. ед. за килограмм или закупить еще 100 стеклянных бутылок для фасовки по цене 1 усл. ед. за 1 шт.?

4. Цена продажи 1 л лака может быть переоценена. Как отразится на принятом решении об объемах производства ситуация, когда цена на каждую бутылку матового лака окажется меньше на 1,5 усл. ед.? Что изменится, если аналогичное изменение цены будет касаться полировочного лака?

5. Будет ли выгодно закупить дополнительно 100 кг химической смеси для увеличения объемов производства?

**Задание 25.** Фирма производит шесть типов стульев: «Капитан», «Помощник», «Маркиза», «Испанский», «Венский» и «Офисный». Для производства стульев необходимы универсальные детали: длинные и короткие болты, тяжелые и легкие сиденья, длинные и короткие ножки, перекладины, гайки, роллеры, каркас и крепления. Данные о стоимости стульев и потребности в деталях для каждого типа стула, их наличие на складе в течение ближайшего месяца представлены в таблице 24.

Определите количество стульев каждого типа, которое нужно произвести за месяц, чтобы общая выручка фирмы была максимальна.

Таблица 24 – Исходные данные для задания 25

Ресурсы	Всего на складе	Требуемое количество деталей для каждого типа стульев					
		Капитан	Помощник	Маркиза	Испанский	Венский	Офисный
Длинные болты, шт.	1 280	8	0	12	0	8	4
Короткие болты, шт.	1 900	4	12	0	12	4	8
Тяжелые сиденья, шт.	1 090	4	4	4	4	4	4
Легкие сиденья, шт.	190	1	0	0	0	1	1
Длинные ножки, шт.	170	0	1	1	1	0	0
Короткие ножки, шт.	1 000	6	0	4	0	5	0
Перекладины, шт.	1 000	0	4	0	5	0	6
Гайки, шт.	110	1	0	0	0	0	0
Роллеры, шт.	72	0	1	0	0	0	0
Каркас, шт.	93	0	0	1	1	0	0
Крепления, шт.	81	0	0	0	0	1	1
Цена за единицу, усл. ед.	–	36	40	45	38	35	25

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество стульев каждого типа следует производить? Какова при этом выручка?

2. Какие ресурсы будут считаться дефицитными? Какой ресурс наиболее дефицитен?

3. Можно закупить еще ресурсов и добавить на склад. Что выгоднее закупить: 20 роллеров или 20 длинных болтов?

4. Какие виды стульев являются относительно невыгодными для производства? Как отразится на прибыли то обстоятельство, что име-

ется оплаченный заказ на 10 стульев каждого типа? Какие управленческие решения можно предложить, чтобы производство стульев «Венский» стало выгодным?

5. Если цена на стул «Капитан» окажется меньше на 1 усл. ед., отразится ли это на плане производства стульев?

**Задание 26.** В цехе установлено две группы (типа) машин – А и В, с помощью которых производится продукция трех видов (П1, П2, П3). Каждое из этих изделий подвергается некоторой последовательной обработке как на одних, так и на других группах (типах) машин. Норма затрат машинного времени на обработку единицы продукции, а также фонд эффективного рабочего времени по каждой группе машин на определенный планируемый период приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Данные об использовании оборудования для задания 26

Группа машин	Норма затрат машинного времени на единицу продукции, ч			Фонд рабочего времени, ч
	П1	П2	П3	
А	2	3	5	1 500
В	1	4	2	1 000

Кроме того, известно, что на производство этой продукции расходуются два вида материалов (М1 и М2), ресурсы которых на предприятии на планируемый период ограничены определенными объемами. Известны норма расхода каждого материала на единицу каждого вида продукции, а также прибыль, получаемая от реализации единицы продукции. Эти данные приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Данные об использовании материалов и прибыли от продукции для задания 26

Вид материалов	Норма расхода материалов в единицах на производство 1 ед. продукции			Располагаемые ресурсы материалов, ед.
	П1	П2	П3	
М1	3	2	3	1 800
М2	4	2	5	2 200
Прибыль от единицы продукции, усл. ед.	2	4	6	–

В составленной задаче требуется найти оптимальный план выпуска продукции (по ассортименту), который обеспечил бы получение максимальной суммарной прибыли от ее реализации при условии, что

потребности в материалах и машинном времени не превысят имеющихся ресурсов.

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды продукции и в каком количестве следует производить? Какова при этом прибыль?

2. Все ли виды продукции следует производить? Какое управленческое решение можно предложить, чтобы было выгодно производить полный ассортимент цеха?

3. Какие виды ресурсов являются дефицитными? Можно ли задействовать оборудование на другие виды работ? Можно ли продать излишки материалов?

4. Если имеется возможность ввести сверхурочные часы работы оборудования в количестве 500 ч, то для какой группы оборудования это лучше всего сделать? Как изменится прибыль, если есть возможность ввести дополнительно 1000 ч?

5. Как изменится прибыль, если будет задан план производства не менее 100 ед. продукции каждого типа при прежней цене на них?

**Задание 27.** В швейной мастерской могут выпускаться пять видов изделий: брюки двух видов и юбки трех видов. Для их производства используются ткань двух видов, нитки, пуговицы, труд закройщиков и швей-мотористок. Расходы ресурсов на производство одного изделия каждого вида, месячные запасы ресурсов в мастерской и прибыль от каждого произведенного изделия показаны в таблице 27. Спланируйте производство изделий мастерской на месяц.

Таблица 27 – Исходные данные для задания 27

Ресурсы	Норма расхода ресурсов на производство одного изделия					Общее количество ресурсов
	Брюки 1	Брюки 2	Юбка 1	Юбка 2	Юбка 3	
Ткань А, погон. метров	2,3	2,0	1,5	0	1,0	150
Ткань Б, погон. метров	0	0,5	0	1,8	1,0	95
Нитки, шт.	1,5	1,0	0,5	1,0	1,0	150
Пуговицы, шт.	5,0	3,0	1,0	8,0	1,0	200
Рабочее время закройщиков, чел.-ч	2,00	2,00	1,50	2,00	1,00	140
Рабочее время швей, чел.-ч	5,0	4,0	2	5,0	2,0	300
Прибыль, тыс. р.	60	65	25	25	35	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каков план производства изделий в мастерской? Какова при этом прибыль?

2. Какой из видов изделий является наиболее невыгодным? Если из соображений расширения ассортимента руководство потребует производить 10 шт. этой продукции при сохранении прежней цены, то насколько изменится прибыль?

3. Какие предложения по изменению ценовой политики можно внести, чтобы было выгодно расширить ассортимент выпускаемых изделий?

4. Запасы каких ресурсов можно сократить в целях экономии средств?

5. Если имеется возможность назначить шесть сверхурочных часов в месяц, то для какого вида работников (закройщиков или швей) следует это сделать? Есть ли смысл добавить 12 сверхурочных часов работы?

**Задание 28.** ОАО «Лесохимик» производит четыре основных вида лесохимической продукции, для которых основным сырьем является живица, заготавливаемая филиалами организации. Кроме этого сырья, используются бензин для пиролиза, кальцинированная сода, этиленгликоль и подсолнечное масло, закупаемые у сторонних организаций. В таблице 28 представлены требуемые затраты сырья на единицу производимой продукции, имеющиеся в распоряжении организации месячные запасы ресурсов, а также цена 1 т продукции каждого вида. Составьте план производства продукции, обеспечивающий ОАО «Лесохимик» максимальную выручку.

Таблица 28 – Исходные данные для задания 28

Ресурсы	Расход ресурсов в тоннах на производство 1 т продукции				Запас ресурсов, т
	Канифоль сосновая	Скипидар живичный	Клей канифольный	Сольвент	
Живица	18	21	25	5	600
Бензин-сырье для пиролиза	12	18	10	10	500
Сода кальцинированная	0,2	0,1	0,2	0,1	5
Этиленгликоль	0,25	0,3	0,3	0,1	20
Масло подсолнечное	0,2	0,3	0,1	0,15	10
Цена единицы продукции, млн р.	18	22	16	8,5	—

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды продукции и в каком количестве следует производить на предприятии? Какова при этом прибыль?

2. Если будет получен оплаченный заказ на производство всех видов продукции в количестве не менее 5 т, то как его выполнение скажется на прибыли?

3. Если сбор живицы удастся увеличить на 40 т в месяц, как это повлияет на величину прибыли? Следует ли увеличить сбор живицы на 100 т в месяц?

4. Какой вид ресурса является наиболее дефицитным? Закупки каких видов ресурсов можно уменьшить и насколько?

5. Если отпускная цена на сосновую канифоль окажется меньше на 1 млн р. за 1 т, скажется ли это на выбранном плане производства?

**Задание 29.** Продукцией Гродненского завода «Химволокно» являются кордные ткани различных видов, которые используются для производства автомобильных шин. Кордные ткани производятся из полиамидной нити, которая сначала проходит процесс кручения, а потом – ткачества. Запасы требуемых ресурсов сырья, оборудования и рабочей силы, имеющиеся в наличии у предприятия в течение месяца, показаны в таблице 29. Там же приведены норма расхода ресурсов на производство 1 т продукции каждого вида и прибыль от ее продажи. Сформируйте план производства кордных тканей, обеспечивающий предприятию максимальную прибыль.

Таблица 29 – Исходные данные для задания 29

Ресурсы	Норма расхода ресурсов на производство 1 т кордной ткани				Запас ресурсов
	капроновой	анидной	полиамидной	полиэфирной	
Нить полиамидная, тыс. м	18	21	25	5	600
Крутильные машины фирмы «Ритер», ч	12	18	10	10	500
Ткацкие машины «Пика-нол», ч	0,2	0,1	0,2	0,1	5
Трудовые ресурсы, чел.-ч	0,25	0,3	0,3	0,1	20
Прибыль, млн р.	0,2	0,3	0,1	0,15	10

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество каждого вида кордной ткани следует производить на заводе? Какова при этом прибыль?



2. Запас какого вида ресурса является излишним? Насколько можно сократить этот запас (направить на другие нужды завода)?

3. Какой вид ресурса является наиболее дефицитным? Если бы была возможность получить дополнительное количество этого ресурса, то какое именно количество следует добавить? Как при этом изменится прибыль?

4. Какой вид продукции является относительно невыгодным для производства? Как изменится прибыль, если будет необходимо производить 2 т этой продукции?

5. Какое решение будет более выгодным для завода: назначить 50 сверхурочных часов работы станка «Пиканол» или закупить дополнительно 100 тыс. м полиамидной нити?

**Задание 30.** Столовая учебного заведения изготавливает пять видов пирожных. Розничная цена за 1 кг каждого пирожного, а также расходы сырья на их производство приведены в таблице 30. Там же дано количество ресурсов, которое можно ежедневно использовать. Составьте план производства пирожных таким образом, чтобы общая дневная выручка была максимальной. Предполагается, что кондитерская продукция столовой пользуется спросом, и все пирожные раскупаются.

Таблица 30 – Исходные данные для задания 30

Ресурсы	Затраты сырья на производство 1 кг пирожных					Общее количество ресурсов
	Солнечное	Банановый десерт	Вкусняша	Студенческое	Сюрприз	
Мука, кг	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	5
Масло, кг	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	3
Яйца, шт.	6	3	4	3	2	60
Молоко сгущенное, кг	0	0,05	0	0,15	0,2	2
Молоко цельное, л	0,2	0,1	0,1	0	0	2
Бананы, кг	0	0,3	0	0,2	0,1	4
Сахар, кг	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	10
Цена за 1 кг, тыс. р.	38	45	42	32	40	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество пирожных каждого вида следует производить в столовой? Какова при этом прибыль?

2. Какой вид ресурса является наиболее дефицитным?

3. Как изменится прибыль, если будет необходимо выпускать 1 кг пирожного «Солнечное», которое очень нравится ректору?

4. Если имеется возможность увеличить запас ресурсов, то что выгоднее для столовой: ввести в производство 1 кг муки или 10 шт. яиц?

5. Какие ресурсы будут сэкономлены при выбранном плане производства?

6. Как нужно изменить цену на пирожное «Студенческое», чтобы его стало выгодно производить?

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ РАБОТ**

### **2.1. Структура курсовой работы**

Курсовая работа должна содержать следующие структурные части:

- Титульный лист.
- Содержание (оглавление).
- Введение.

Основные теоретические сведения по задачам линейного программирования и теории двойственности.

- Постановка задачи.
- Решение задачи линейного программирования.
- Ответы на вопросы задания.
- Заключение.
- Список использованных источников.
- Приложения.

Общий объем курсовой работы должен составлять 32–35 страниц компьютерного текста без приложений, в том числе:

- введение – 2–3 с.;
- основная часть – 27–30 с.;
- заключение – 1–2 с.

На *титульном листе* должны быть приведены следующие сведения: название высшего учебного заведения и министерства (ведомства), к которому оно относится, название кафедры, название дисциплины, тема курсовой работы; фамилия, имя, отчество студента, написавшего курсовую работу; ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и инициалы научного руководителя. Образец оформления титульного листа курсовой работы приведен в приложении А.

*Содержание работы (оглавление)* включает названия всех разделов курсовой работы с указанием страницы, с которой начинается соответствующий раздел.

Объем *введения* должен составлять две–три страницы. Здесь раскрывается актуальность метода моделирования вообще и линейного программирования в частности. Излагается краткая история развития

данного научного направления, описываются возможности его практического применения для задач управления и анализа. Приводятся ссылки на основные литературные источники.

Во введении также формулируются цель и задачи работы. Цель должна отражать главный результат, который предполагается достичь. Задачи – это конкретные вопросы, рассмотрение которых будет способствовать достижению поставленной цели. Например, цель курсовой работы – получение и углубление знаний по линейному программированию и теории двойственности на примере задачи планирования производства мороженого. Задачи курсовой работы следующие: изучить литературу по линейному программированию и теории двойственности; составить математическую модель по индивидуальному заданию; решить задачу с помощью надстройки «Поиск решения» и получить отчеты в Excel; провести анализ отчетов и ответить на вопросы задания.

Также во введении указываются объект и предмет исследования. Объект исследования – это организация, предприятие, конкретное подразделение, для которого решается задача планирования производства. Например, объект исследования – фабрика по производству мороженого. Предмет исследования – это исследуемый конкретный аспект деятельности организации или предприятия. Например, предмет исследования – планирование производства продукции при наличии ограниченных ресурсов.

Во введении перечисляются основные методы исследования и методические приемы общенаучного и прикладного характера, используемые в процессе исследования. К прикладным методам данной работы относится метод линейного программирования и теория двойственности. Основными общенаучными методами являются системный подход, анализ, синтез и др.

Во введении также перечисляются основные нормативные акты и стандарты, используемые при написании работы, а также использованное для решения примера программное обеспечение.

В конце введения указываются объем и структура курсовой работы, количество таблиц, рисунков, литературных источников и приложений.

*Основная часть* разделяется на главы (разделы I–IV). При необходимости главы разбиваются на параграфы (подразделы), а последние, в свою очередь, разбиваются на пункты. Каждая из упомянутых структурных единиц основной части должна иметь название и содержать законченную информацию. При изложении материала следует

приводить ссылки на литературные источники, из которых он заимствован.

*Раздел I* носит теоретический характер. В нем должны быть приведены все необходимые теоретические сведения, которые используются для решения и анализа задачи линейного программирования, в частности:

- понятие задачи линейного программирования, допустимого и оптимального плана задачи;
- постановка задачи планирования производства продукции и математическая модель этой задачи в общем виде;
- способ приведения задачи к канонической форме и экономический смысл дополнительных переменных;
- правила построения и экономический смысл двойственной задачи;
- способ приведения ограничений двойственной задачи к виду равенства и экономический смысл дополнительных двойственных переменных;
- теоремы двойственности (первая и вторая, теорема об оценках);
- свойства теневой цены и нормированной (приведенной) стоимости.

Обозначения переменных *должны быть одинаковы в пределах всей работы*. Например, если в теоретической части двойственные переменные обозначаются  $z_i$ , то и в разделах III, IV они должны обозначаться так же. Если же используется обозначение  $u_i$  (как в некоторых литературных источниках), то и в практической части нужно обозначить эти переменные  $u_i$ . При оформлении теоретической части курсовой работы необходимо ориентироваться на рекомендуемую литературу [1; 2].

*Постановка задачи* для своего варианта может быть переписана из данного пособия. Если в постановке задачи используется таблица, то ее номер и заголовок должны быть приведены в соответствии со всей работой.

В *разделе III* для своего варианта должны быть записаны математическая модель задачи, математическая модель в канонической форме, модель двойственной задачи и модель двойственной задачи с ограничениями в форме равенства. При этом должны быть даны пояснения ко всем переменным задач, раскрыт экономический смысл целевых функций и ограничений.

Далее нужно описать процесс решения задачи в MS Excel, отчеты привести в приложении или в виде рисунков. *Не следует задавать условия целочисленности при решении задачи*, поскольку в этом случае не будут доступны корректные отчеты в Excel.

Из отчетов должны быть выписаны оптимальные значения всех переменных исходной и двойственной задач с пояснением этих значений в терминах постановки задачи.

При желании можно решить задачу также симплекс-методом, если студент готов пояснить это решение при защите работы.

*В данной работе не требуется разрабатывать свои программы для решения задачи линейного программирования.*

В разделе IV следует привести ответы на все вопросы задания с подробным пояснением. Для ответов нужно использовать только отчеты в MS Excel. *Не следует решать задачу несколько раз, изменяя исходные данные.* Пример выполнения практической части работы приведен в данном пособии.

В заключении должны быть приведены в форме выводов и обобщений результаты выполненной работы. Нужно подчеркнуть, что цель, поставленная в курсовой работе, выполнена (реализована возможность дополнительного анализа решения задачи линейного программирования). Здесь еще раз следует отметить актуальность и практическую значимость метода линейного программирования (но другими словами, не как во введении). Но если во введении ставится цель и формулируются задачи курсовой работы, то в заключении отмечаются достигнутый результат и степень достижения цели. Объем заключения, как правило, должен составлять одну–две страницы текста.

В конце работы приводится *список литературных источников*, использованных при подготовке к ее написанию, а также тех, на которые есть ссылки. В данный список включается нормативно-правовая документация, а также учебно-методическая литература и программно-техническая документация. Список может включать ссылки на интернет-источники. При оформлении списка использованных источников необходимо пользоваться образцами, приведенными в приложении Б.

*Приложения* могут содержать результаты решения задачи в MS Excel: лист таблицы с условиями и найденными значениями переменных, отчет по результатам, отчет по устойчивости (если они не оформлены в виде рисунков в тексте работы).

## **2.2. Оформление курсовой работы**

Набор текста курсовой работы осуществляется с использованием текстового редактора Microsoft Word и печатается на одной стороне

листа белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм). Допускается представлять таблицы и иллюстрации на листах формата А3 (297 × 420 мм).

Набор должен осуществляться с использованием гарнитуры шрифта Times New Roman размера 14 пунктов с межстрочным интервалом 18 пунктов (при этом количество строк на странице будет составлять 39–40), отступом первой строки абзаца 1,25 см и выравниванием по ширине. Расстановка переносов слов в тексте должна выполняться автоматически.

Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего – 20 мм, левого – 30, правого – 10 мм.

Разрешается использовать в тексте работы курсивное и полужирное начертание для акцентирования внимания на важные положения текста.

Опечатки разрешается исправлять подчисткой или корректором и нанесением на том же месте исправленного текста компьютерным или рукописным способом.

Заголовки структурных частей курсовой работы (оглавление, введение, названия глав, заключение, список использованных источников, приложения) печатают прописными буквами по центру строк без абзацного отступа полужирным шрифтом.

Заголовки подразделов (параграфов) и пунктов печатают строчными буквами с первой прописной с абзацного отступа полужирным шрифтом.

В конце заголовков точку не ставят. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Перенос слов в заголовках и названиях таблиц и рисунков не допускается.

Интервал между заголовком и последующим текстом должен составлять 12 пунктов. Если между двумя заголовками текст отсутствует (например, между заголовками главы и подраздела), то интервал между ними устанавливается в 12 пунктов. Интервал между заголовком и предшествующим текстом должен составлять 24 пункта.

Каждую структурную часть курсовой работы (содержание, введение, разделы I–IV, заключение, список использованных источников и приложения) следует начинать с новой страницы. Подразделы и пункты не должны начинаться с новой страницы.

Страницы работы следует нумеровать арабскими цифрами размером 12 пунктов с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в центре нижнего колонтитула без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Рисунки и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую

нумерацию страниц отчета. Рисунки и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Нумерация глав (разделов), подразделов (параграфов), пунктов, рисунков, таблиц, формул, уравнений дается арабскими цифрами.

Номер главы (раздела) ставят перед ее названием. Слово «глава» не пишется, заголовок главы печатают после номера главы. Оглавление, введение, заключение, список использованных источников, приложения не нумеруются.

Подразделы (параграфы) нумеруют в пределах каждой главы. Номер подраздела состоит из номера главы (раздела) и порядкового номера подраздела, разделенных точкой, например, 3.2 – второй подраздел третьей главы.

Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядковых номеров главы, подраздела и пункта, разделенных точками, например, 2.4.1 – первый пункт четвертого подраздела второй главы.

Заголовки разделов, подразделов и пунктов приводят после их номеров без точки через пробел.

Рисунки и таблицы следует располагать в курсовой работе непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором они упоминаются впервые, или отдельно на следующей странице (если они занимают все поле листа формата А4).

Все рисунки и таблицы должны иметь номера и наименования. Нумерация может быть сквозной по всей работе или в пределах каждой главы. В последнем случае номер рисунка или таблицы должен состоять из номера главы и порядкового номера рисунка (таблицы), разделенных точкой. Например, рисунок 1.2 – второй рисунок первой главы. На каждый рисунок и на каждую таблицу должна быть ссылка в тексте работы.

Рисунки, как правило, имеют наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст), располагаемые по центру страницы. Пояснительные данные печатают шрифтом размером 12 пунктов и помещают под рисунком, а на следующей строке – слово «Рисунок», номер и наименование рисунка, отделяя знаком тире номер от наименования. Точку после номера и наименования рисунка не ставят. Не допускается перенос слов в наименовании рисунка. Слово «Рисунок», его номер и наименование печатают полужирным шрифтом размера 12 пунктов.

Цифровой материал курсовой работы оформляют в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова «Таблица», ее порядкового номера и названия, отделенного от

номера знаком тире, и помещается над таблицей слева без абзацного отступа, печатается обычным шрифтом размера 12 пунктов.

В таблице применяются шрифт размера 12 пунктов (в головке таблицы – 10 пунктов), одинарный межстрочный интервал и интервалы по два пункта перед текстом и после текста в ячейках таблицы.

Таблица с большим количеством строк переносится на следующий лист таким образом, чтобы головка таблицы не была оторвана от строк. При переносе части таблицы на другой лист ее заголовок указывают один раз над первой частью, слева над другими (переносимыми) частями пишут слово «Продолжение», а затем «Окончание» и указывают номер таблицы, например, «Окончание таблицы 1.2».

Заголовки граф и строк пишутся с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной, если они имеют самостоятельное значение.

Головка таблицы отделяется линией от остальной части таблицы. Слева, справа и снизу таблица также ограничивается линиями. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки и графы таблицы, могут не проводиться, если это не затрудняет чтение таблицы.

Формулы и уравнения в курсовой работе (если их более одного) нумеруют в пределах главы. Номер формулы (уравнения) состоит из номера главы и порядкового номера формулы (уравнения) в главе, разделенных точкой. Номер формулы (уравнения) пишут в круглых скобках у правого поля листа на уровне формулы (уравнения), например, (3.1) – первая формула третьей главы.

Каждая формула и уравнение выделяются из текста в отдельную строку. Выше и ниже формулы оставляется по одной свободной строке.

Ссылки на формулы по тексту курсовой работы даются в скобках.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу или уравнение, приводится непосредственно под формулой или уравнением в той же последовательности, в какой они даны в формуле (уравнении). Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

В курсовой работе необходимо в квадратных скобках давать ссылки на источники. При использовании сведений из источника с большим количеством страниц необходимо указать номера страниц, на которые дается ссылка, например, [25, с. 13].

Приложения оформляют в конце дипломной работы, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. Не допускается включение в



приложения материалов, на которые отсутствуют ссылки в тексте работы.

Перед приложениями на отдельном листе прописными буквами жирным шрифтом размером 14 пунктов печатают слово «ПРИЛОЖЕНИЕ». Каждое приложение следует начинать с нового листа, печатая в правом верхнем углу слово «ПРИЛОЖЕНИЕ». Приложение должно иметь содержательный заголовок, который размещается по центру новой строки без абзацного отступа с прописной буквы.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А (за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ), например, ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В.

### **3. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

#### **3.1. Постановка задачи**

Для производства продукции четырех типов требуются ресурсы трех видов: трудовые, сырье, финансы. Расход ресурсов на единицу продукции приведен в таблице 31. Там же указаны запасы ресурсов на предприятии и прибыли на единицу продукции каждого вида. Следует найти оптимальный план производства продукции, при котором предприятие получит наибольшую прибыль.

Таблица 31 – Исходные данные для практического задания

Ресурсы	Расход ресурсов на единицу продукции				Запас ресурса
	1	2	3	4	
Трудовые, чел.-ч	1	1	1	1	16
Сырье, кг	6	5	4	3	110
Финансы, тыс. р.	4	6	10	13	100
Прибыль, усл. ед.	60	70	120	130	–

Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какие типы продукции вошли в оптимальный план производства? Какова максимальная прибыль?
2. Какие ресурсы при этом израсходованы полностью, а какие – нет?
3. Изготовление какой продукции является выгодным, а какой – нет? Производство какой продукции является наиболее невыгодным? Как изменится общая прибыль, если придется выпускать 1 или 3 единицы этой продукции?

4. Какой ресурс является наиболее дефицитным? Насколько вырастет общая прибыль, если количество наиболее дефицитного ресурса увеличить на 1 (3 или 5) единиц?

5. Прибыль от продажи единицы продукции, в принципе, может измениться (например, под влиянием конкурентов). Как повлияет на оптимальное решение ситуация, когда прибыль от единицы продукции третьего типа уменьшится на 10 усл. ед. (т. е. составит не 120, а 110 усл. ед.). Что произойдет, если уменьшение прибыли составит 15 усл. ед.?

6. Выполняется ли вторая теорема двойственности?

7. Предприятию предлагают начать выпуск нового (пятого) вида изделия, нормы затрат на 1 ед. которого равны 2 чел.-ч трудовых ресурсов, 5 кг сырья, 3 тыс. р. финансов, а прибыль составляет 65 усл. ед. на единицу. Целесообразно ли введение в план производства предприятия этой продукции?

### 3.2. Решение задачи линейного программирования

Составим математическую модель этой задачи. Для этого выполним следующие три шага:

1. *Введем переменные.* Нужно найти план производства, т. е. количество продукции каждого вида, которые следует производить. Таким образом, будет четыре переменных:

- $x_1$  – количество продукции первого вида;
- $x_2$  – количество продукции второго вида;
- $x_3$  – количество продукции третьего вида;
- $x_4$  – количество продукции четвертого вида.

2. *Запишем целевую функцию.* Она должна выражать критерий оптимальности (т. е. тот показатель, который в задаче должен достигнуть максимума или минимума). В нашей задаче указано, что должна быть максимальна прибыль. Поэтому целевая функция должна представлять собой формулу расчета прибыли. Прибыль от единицы продукции первого типа составляет 60 усл. ед., а поскольку мы собираемся выпускать  $x_1$  таких изделий, то прибыль от них составит  $60x_1$  усл. ед. Аналогично прибыль от продукции второго типа равна  $70x_2$  усл. ед. и т. д. Общая прибыль от всей продукции определяется по формуле

$$F = 60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 130x_4 \rightarrow \max.$$

3. *Запишем систему ограничений.* Очевидно, что расход каждого вида ресурса не должен превышать его запас. Расход трудовых ресур-

сов на продукцию первого типа равен  $1x_1$ , на продукцию второго типа –  $1x_2$  и т. д. Общий расход трудовых ресурсов выражается с помощью формулы  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4$ , а запас равен 16. Поэтому имеем следующее неравенство:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 16.$$

Аналогично записываются другие ограничения. Кроме того, необходимо, чтобы количество производимой продукции было величиной неотрицательной. Таким образом, модель задачи имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} F &= 60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 130x_4 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 16, \\ 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 \leq 110, \\ 4x_1 + 6x_2 + 10x_3 + 13x_4 \leq 100, \\ x_j \geq 0 \quad (j=1,4). \end{cases} \end{aligned}$$

Приведем исходную задачу к каноническому виду, введя дополнительные переменные:

$$\begin{aligned} F &= 60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 130x_4 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + y_1 = 16, \\ 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 + y_2 = 110, \\ 4x_1 + 6x_2 + 10x_3 + 13x_4 + y_3 = 100, \\ x_j \geq 0 \quad (j=1,4), y_i \geq 0 \quad (i=1,3). \end{cases} \end{aligned}$$

Переменные  $y_i$  – это остатки ресурсов каждого вида. Показатель  $y_1$  – это остаток трудовых ресурсов,  $y_2$  – остаток сырья, а  $y_3$  – остаток финансов.

Составим двойственную задачу, используя формальные правила составления двойственных задач:

$$\begin{aligned} F_{\bar{A}} &= 16z_1 + 110z_2 + 100z_3 \rightarrow \min, \\ \begin{cases} z_1 + 6z_2 + 4z_3 \geq 60, \\ z_1 + 5z_2 + 6z_3 \geq 70, \\ z_1 + 4z_2 + 10z_3 \geq 120, \\ z_1 + 3z_2 + 13z_3 \geq 130, \\ z_i \geq 0 \quad (i=1,3). \end{cases} \end{aligned}$$

Экономический смысл этой задачи вытекает из предположения о том, что все ресурсы можно продать некоторой сторонней организа-

ции вместо того, чтобы производить собственную продукцию. Тогда двойственные переменные  $z_i$  – это оценки ресурсов задачи (цена единицы каждого ресурса). Целевая функция задачи представляет собой общую стоимость ресурсов, которую покупающая организация стремится уменьшить. Ограничения выражают условия продающего ресурса предприятия, которое хочет получить за них не меньше, чем если бы само производило продукцию. Например, предприятие откажется от выпуска продукции первого типа при условии, что стоимость всех ресурсов, которые будут потрачены на выпуск единицы этой продукции ( $z_1 + 6z_2 + 4z_3$ ), будет не менее, чем прибыль от производства готовой единицы продукции (60).

В двойственной задаче приведем ограничения к виду равенства, вычитая из левых частей ограничений дополнительные переменные:

$$F_A = 16z_1 + 110z_2 + 100z_3 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} z_1 + 6z_2 + 4z_3 - v_1 = 60, \\ z_1 + 5z_2 + 6z_3 - v_2 = 70, \\ z_1 + 4z_2 + 10z_3 - v_3 = 120, \\ z_1 + 3z_2 + 13z_3 - v_4 = 130, \\ z_i \geq 0 \ (i = \overline{1,3}), v_j \geq 0 \ (j = \overline{1,4}). \end{cases}$$

Дополнительные двойственные переменные  $v_j$  – это потери при производстве единицы продукции  $j$ -го типа. Эти переменные означают разность между той суммой, которую можно было бы получить при продаже ресурсов, и прибылью, получаемой при производстве самой продукции (например, для продукции первого типа  $v_1 = (z_1 + 6z_2 + 4z_3) - 60$ ). Эта величина показывает, насколько выгоднее было бы продать ресурсы, чем производить данный тип продукции.

Решим исходную задачу с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения».

Исходные данные должны быть представлены в виде таблицы, которая содержит формулы вычисления целевой функции, левых и правых частей ограничений. Ячейки, которые отведены под значения переменных, называются *изменяемыми*. В них должны быть введены начальные приближения для переменных (например, нулевые). Когда надстройка «Поиск решения» закончит вычисления, в эти ячейки будут записаны найденные оптимальные значения переменных.


Ячейка, которая содержит формулу вычисления значения целевой функции, называется *целевой*.

**Первый шаг** – подготовка исходных данных задачи на листе Excel. Исходные данные для надстройки «Поиск решения» могут быть подготовлены, как показано на рисунке 1.

	A	B	C	D	E	F
1	переменные					
2	Прод1	Прод2	Прод3	Прод4		
3	0	0	0	0		
4	коэффициенты в целевой функции				Значение ЦФ (прибыль)	
5	60	70	120	130	=СУММПРОИЗВ(A5:D5;A3:D3)	
6	коэффициенты в ограничениях				Расход	Запас
7	1	1	1	1	=СУММПРОИЗВ(A7:D7;\$A\$3:\$D\$3)	16
8	6	5	4	3	=СУММПРОИЗВ(A8:D8;\$A\$3:\$D\$3)	110
9	4	6	10	13	=СУММПРОИЗВ(A9:D9;\$A\$3:\$D\$3)	100

Рисунок 1 – Лист Excel с исходными данными и формулами для решения задачи с помощью надстройки «Поиск решения»

Изменяемыми ячейками будут ячейки A3:D3, которые отведены под значения переменных. В них введены начальные значения переменных (нулевые).

Целевой ячейкой будет являться ячейка E5, которая содержит формулу вычисления значения целевой функции (т. е. прибыли от продажи готовой продукции). При большом числе переменных эту формулу удобно задавать с помощью стандартной функции Excel СУММПРОИЗВ(). Для облегчения ее ввода применяется мастер функций, вызываемый кнопкой . Данная функция относится к категории *Математические*. Выбрав ее название в меню, нужно заполнить окно параметров. При этом *Массив 1* – это диапазон коэффициентов целевой функции, а *Массив 2* – диапазон изменяемых ячеек (в нашем примере A3:D3). Функция СУММПРОИЗВ() соответствующие ячейки диапазонов перемножает и находит сумму этих произведений. Например, формула в ячейке E5 записана в виде СУММПРОИЗВ(A5:D5; A3:D3), что соответствует формуле расчета прибыли  $60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 130x_4$ .

В ячейке E7:E9 введены формулы вычисления левых частей ограничений (расход ресурса каждого вида). Они также заданы с помощью функции СУММПРОИЗВ(). При этом на изменяемые ячейки поставлены абсолютные ссылки (знаки «\$»). Для этого при вводе параметров функции, выделив диапазон изменяемых ячеек, нужно нажать клавишу F4. Абсолютные ссылки не изменяются при копировании формулы. Поэтому, если навести курсор на правый нижний угол ячейки E7 и, нажав левую кнопку мыши, протянуть вниз (скопиро-

вать методом автозаполнения), то формулы будут скопированы правильно. Изменяются коэффициенты в ограничениях, а ссылки на изменяемые ячейки останутся теми же. Если не использовать копирование формулы, а вводить функцию СУММПРОИЗВ() в каждую ячейку заново, то абсолютные ссылки не нужны.

**Второй шаг** – вызов надстройки «Поиск решения». Он выполняется командой *Сервис* → *Поиск решения*. Если этого пункта нет в меню, то следует загрузить надстройку командой *Сервис* → *Надстройки* и в окне диалога *Надстройки* установить флажок в строке *Поиск решения*.

**Третий шаг** – задание условий поиска. В окне «Поиск решения» следует указать адрес целевой ячейки и цель, которая должна быть достигнута (максимальное или минимальное значение целевой функции), адреса изменяемых ячеек (в которых окно «Поиск решения» должно подобрать значения), а также задать ограничения задачи. Пример заполнения полей окна «Поиск решения» показан на рисунке 2.

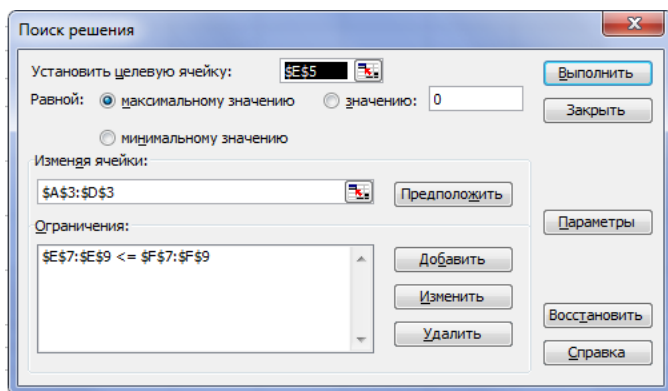


Рисунок 2 – Окно «Поиск решения» для задачи планирования производства продукции

Для ввода ограничений нужно нажать кнопку *Добавить*. Появляется окно «Добавление ограничения» (рисунок 3). В поле *Ссылка на ячейку* указывается ячейка, содержащая формулу левой части ограничения. Затем из раскрывающегося списка можно выбрать знак ограничения. В поле *Ограничение* указывается ячейка, содержащая правую часть ограничения, или непосредственно его числовое значение. После ввода первого ограничения следует нажать кнопку *Добавить*,

так как ввод еще не закончен. После ввода последнего ограничения нужно нажать кнопку *ОК* и вернуться в окно «Поиск решения».

Поскольку все ограничения по ресурсам имеют одинаковый знак, то их можно задать одновременно:  $E7:E9 \leq F7:F9$ . С помощью кнопок *Добавить*, *Изменить*, *Удалить* в окне «Поиск решения» можно редактировать введенное ограничение.

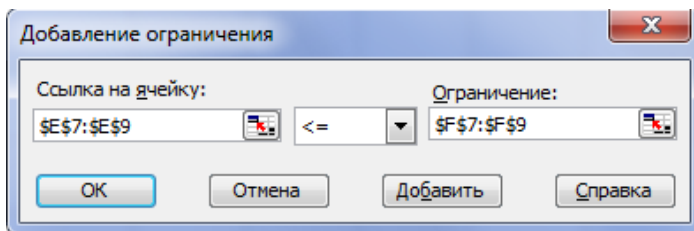


Рисунок 3 – Окно «Добавление ограничения»

**Четвертый шаг** – задание параметров поиска. Нажав кнопку *Параметры*, можно установить параметры алгоритма поиска (рисунок 4).

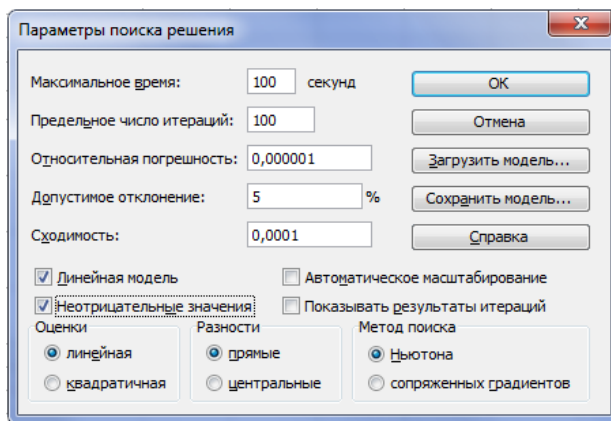


Рисунок 4 – Окно «Параметры поиска решения»

В данном примере нужно все параметры оставить по умолчанию, установить только два флажка:

- флажок *Линейная модель*, который указывает, что это задача линейного программирования и позволяет получать в дальнейшем правильные отчеты;

- флажок *Неотрицательные значения*, который задает условия неотрицательности переменных, которые учтены в математической модели задачи.

После установки флажков нужно нажать кнопку *ОК*, чтобы вернуться в окно «Поиск решения».

**Пятый шаг** – *запуск процесса решения*. Нажатие кнопки *Выполнить* активизирует процесс поиска решения. В процессе поиска его отдельные шаги будут отображаться в строке состояния. По окончании поиска на экране появляется окно «Результаты поиска решения» (рисунок 5).

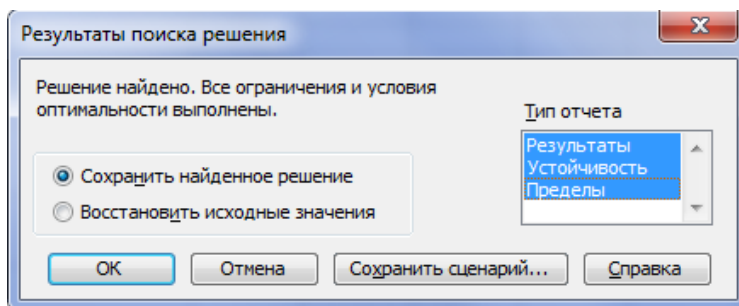


Рисунок 5 – Окно «Результаты поиска решения»

Если задача успешно решена, то в этом окне появляется сообщение *Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены*. Нужно переключатель установить в положение *Сохранить найденное решение*, в списке *Тип отчета* выделить все названия отчетов (используя клавишу *Shift* или *Ctrl*), а затем нажать кнопку *ОК*. На листе Excel с условием задачи будет зафиксирован результат решения (изменяемые ячейки получают оптимальные значения, а также изменится результат в ячейках с формулами), а на отдельных листах будут сформированы отчеты по результатам, устойчивости и пределам.

Если же в окне «Результаты поиска решения» показано другое сообщение, то это означает ошибку в математической модели или в процессе решения в Excel. Список *Тип отчета* в этом случае будет недоступен. Следует поставить переключатель в положение *Восстановить исходные значения*, нажать *ОК* и заняться поиском ошибки.

**Шестой шаг** – *интерпретация результатов решения*. Лист Excel с результатами решения показан на рисунке 6. Из него следует, что оп-



тимальные значения переменных следующие:  $x_1 = 10$ ,  $x_2 = 0$ ,  $x_3 = 6$ ,  $x_4 = 0$ . Максимальное значение целевой функции (прибыль) составит  $F^* = 1\,320$  усл. ед.

	A	B	C	D	E	F
1	переменные					
2	Прод1	Прод2	Прод3	Прод4		
3	10	0	6	0		
4	коэффициенты в целевой функции				Значение ЦФ (прибыль)	
5	60	70	120	130	1320	
6	коэффициенты в ограничениях				Расход	Запас
7	1	1	1	1	16	16
8	6	5	4	3	84	110
9	4	6	10	13	100	100

Рисунок 6 – Результаты решения задачи планирования производства продукции

Отчет по результатам показан на рисунке 7. В этом отчете содержатся те же результаты, что и на листе с решением задачи. Таким образом, из этого отчета можно было также получить оптимальные значения переменных  $x_j$  и значение целевой функции. Кроме того, в этом отчете в графе *Разница* показаны остатки неиспользованных ресурсов. Таким образом, можно выписать следующие значения дополнительных переменных:  $y_1^* = 0$ ;  $y_2^* = 26$ ;  $y_3^* = 0$ .

	A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам						
2	Рабочий лист: [Пример.xls]Лист1						
3	Отчет создан: 24.09.2012 8:18:44						
4							
5							
6	Целевая ячейка (Максимум)						
7	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат			
8	\$E\$5	Значение ЦФ (прибыль)	0	1320			
9							
10							
11	Изменяемые ячейки						
12	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат			
13	\$A\$3	Прод1	0	10			
14	\$B\$3	Прод2	0	0			
15	\$C\$3	Прод3	0	6			
16	\$D\$3	Прод4	0	0			
17							
18							
19	Ограничения						
20	Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница	
21	\$E\$7	Расход	16	\$E\$7<=\$F\$7	связанное	0	
22	\$E\$8	Расход	84	\$E\$8<=\$F\$8	не связан.	26	
23	\$E\$9	Расход	100	\$E\$9<=\$F\$9	связанное	0	

Рисунок 7 – Отчет по результатам

Отчет по устойчивости представлен на рисунке 8. Из него можно выписать оптимальные значения двойственных переменных. Оценки ресурсов содержатся в графе *Теневая цена*, т. е.  $z_1^* = 20$ ;  $z_2^* = 0$ ;  $z_3^* = 0$ . Из графы *Нормированная стоимость* можно выписать следующие оптимальные значения дополнительных двойственных переменных:  $v_1^* = 0$ ;  $v_2^* = 10$ ;  $v_3^* = 0$ ;  $v_4^* = 20$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости							
2	Рабочий лист: [Пример.xls]Лист1							
3	Отчет создан: 24.09.2012 8:18:44							
4								
5								
6	Изменяемые ячейки							
7								
8	Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение	
9	\$A\$3	Прод1	10	0	60	40	12	
10	\$B\$3	Прод2	0	-10	70	10	1E+30	
11	\$C\$3	Прод3	6	0	120	30	13,33333333	
12	\$D\$3	Прод4	0	-20	130	20	1E+30	
13								
14	Ограничения							
15								
16	Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение	
17	\$E\$7	Расход	16	20	16	3,545454545	6	
18	\$E\$8	Расход	84	0	110	1E+30	26	
19	\$E\$9	Расход	100	10	100	60	36	

Рисунок 8 – Отчет по устойчивости

### 3.3. Ответы на вопросы задания

1. В оптимальный план производства входит продукция первого типа в количестве 10 ед. ( $x_1^* = 10$ ) и продукция третьего типа в количестве 6 ед. ( $x_3^* = 6$ ). Продукцию второго и четвертого типов производить невыгодно ( $x_2^* = 0$ ;  $x_4^* = 0$ ). При этом будет достигнута максимальная прибыль в количестве 1 320 усл. ед. ( $F^* = 1\,320$ ).

2. При оптимальном плане производства трудовые ресурсы и финансы будут использованы полностью ( $y_1^* = 0$ ;  $y_3^* = 0$ ), а остаток сырья будет составлять 26 ед. ( $y_2^* = 26$ ).

3. Для продукции первого и третьего типов значение потерь при производстве равно нулю ( $v_1^* = 0$ ;  $v_3^* = 0$ ), следовательно, производство этой продукции является выгодным. Продукция второго и чет-

вертого типов имеет положительные потери при производстве (т. е. для нее выгоднее продавать ресурсы, а не готовую продукцию).

Наиболее невыгодной в данном примере является продукция четвертого типа, так как ее нормированная стоимость наибольшая ( $v_4^* = 20$ ). При выпуске 1 ед. этой продукции общая прибыль уменьшается на 20 ед. согласно свойству нормированной стоимости. При выпуске трех единиц этой продукции уменьшение прибыли составит  $\Delta F = 3 \cdot v_4^* = 3 \cdot 20 = 60$  усл. ед.

4. Наиболее дефицитным видом ресурсов в данном примере являются трудовые ресурсы, поскольку их теневая цена наибольшая ( $z_1^* = 20$ ). Согласно теореме об оценках, если количество трудовых ресурсов увеличить на 1, то общая прибыль возрастет на  $z_1^* = 20$  ед. Увеличение трудовых ресурсов на 3 ед. дает повышение прибыли на  $\Delta F = 3 \cdot z_1^* = 3 \cdot 20 = 60$  ед., если структура решения при этом не изменится. Из отчета по устойчивости допустимое увеличение количества трудовых ресурсов  $\Delta b_1^+ = 3,55$ ; допустимое уменьшение  $\Delta b_1^- = 6$ . Это означает, что структура решения не изменяется, если

$$16 - 6 \leq b_1 \leq 16 + 3,55, \text{ т. е. } 10 \leq b_1 \leq 19,55.$$

Поэтому, если количество трудовых ресурсов возрастет на 5 ед., теорема об оценках перестанет действовать, и мы не сможем количественно измерить увеличение прибыли.

5. Согласно отчету по устойчивости (см. рисунок 8), допустимое уменьшение целевого коэффициента для переменной  $x_3$  составляет 13,3. Это означает, что если прибыль от производства и продажи продукции третьего типа уменьшится более чем на эту величину, то оптимальный план изменится. Поэтому при уменьшении прибыли на 10 усл. ед. оптимальный план останется тем же и составит 10 ед. продукции первого типа и 6 ед. продукции третьего типа. Если же прибыль уменьшится на 15 усл. ед., то произойдет выход за пределы устойчивости, и оптимальный план поменяется. Как именно, без повторного решения неизвестно. Скорее всего, продукция третьего типа станет относительно невыгодной.

6. Соотношение  $v_j^* \cdot x_j^* = 0$  выполняется для всех видов продукции. Продукция второго и четвертого типов имеет положительную норми-

рованную стоимость ( $v_2^* = 10$ ;  $v_4^* = 20$ ), т. е. невыгодна относительно других видов продукции, поэтому она не вошла в оптимальный план ( $x_2^* = 0$  и  $x_4^* = 0$ ). Продукция первого и третьего типов вошла в оптимальный план производства ( $x_1^* = 10$ ;  $x_3^* = 6$ ), поскольку является выгодной ( $v_1^* = 0$ ;  $v_3^* = 0$ ).

Для сырья, которое имеется в остатке ( $y_2^* > 0$ ), теневая цена равна нулю. Для трудовых ресурсов и финансов, которые использованы полностью (т. е.  $y_1^* = 0$  и  $y_3^* = 0$ ), теневые цены положительны. Таким образом, соотношение  $z_i^* \cdot y_i^* = 0$  второй теоремы двойственности также выполняется.

7. Продукция будет невыгодной и не войдет в план производства в том случае, если соответствующая нормированная стоимость окажется больше 0, т. е. оценка ресурсов, которые идут на производство единицы этой продукции, окажется больше прибыли от этой продукции. Учитывая значения теневых цен ресурсов, полученных в отчете по устойчивости ( $z_1^* = 20$ ;  $z_2^* = 0$ ;  $z_3^* = 10$ ), найдем оценку всех ресурсов, которые будут потрачены на производство нового вида продукции

( $2 \cdot 20 + 5 \cdot 0 + 3 \cdot 10 = 70$ ). Эта оценка больше прибыли от данной продукции (65 усл. ед.), поэтому ее невыгодно вводить в план производства ( $v_5 = 70 - 65 = 5 > 0$ ).

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизация** решения задач линейного программирования : пособие / авт.-сост. : В. В. Бондарева, О. И. Еськова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2003. – 68 с.
2. **Гарнаев, В. П.** Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах / В. П. Гарнаев. – СПб. : BHV, 1999. – 332 с.
3. **Еськова, О. И.** Экономико-математические методы и модели : курс лекций / О. И. Еськова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2006. – 168 с.
4. **Зайцев, М. Г.** Методы оптимизации управления для менеджеров. Компьютерно ориентированный подход : учеб. пособие для вузов / М. Г. Зайцев. – М. : Дело, 2002. – 116 с.
5. **Костевич, Л. С.** Информационные технологии оптимальных решений : учеб. пособие / Л. С. Костевич. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 1999. – 396 с.
6. **Костевич, Л. С.** Математическое программирование : учеб.-практ. пособие / Л. С. Костевич. – Минск : БГЭУ, 2003. – 424 с.
7. **Курицкий, Б. Я.** Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. / Б. Я. Курицкий. – СПб. : BHV, 1997. – 384 с.
8. **Орлова, И. В.** Экономико-математическое моделирование : пособие / И. В. Орлова. – М. : Вуз. учеб., 2007. – 144 с.
9. **Экономико-математические** методы и модели. Компьютерные технологии решения : учеб. пособие / И. Л. Акулич [и др.]. – Минск : БГЭУ, 2003. – 347 с.
10. **Экономико-математические** методы и модели : учеб. пособие / под ред. С. Ф. Миксюка, В. Н. Комкова. – Минск : БГЭУ, 2006. – 219 с.
11. **Экономико-математические** методы и прикладные модели : учеб. пособие / В. В. Федосеев [и др.] ; под ред. В. В. Федосеева. – М. : ЮНИТИ, 2001. – 391 с.
12. **Юферева, О. Д.** Экономико-математические методы и модели : сб. задач / О. Д. Юферева. – Минск : БГЭУ, 2002. – 102 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение А*

*Образец оформления титульного листа курсовой работы*

**БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СОЮЗ  
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ОБЩЕСТВ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ»**

---

Кафедра информационно-вычислительных систем

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Экономико-математические методы и модели принятия решений»

на тему «\_\_\_\_\_»  
\_\_\_\_\_»

Вариант \_\_\_\_\_

Выполнил:  
студент (-ка) факультета

\_\_\_\_\_

группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(ФИО)

\_\_\_\_\_

(подпись)

Научный руководитель

\_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание, ФИО)

Гомель \_\_\_\_\_

**Образцы библиографического описания книг и брошюр***Книги одного автора*

**Савицкий, А. А.** Основы ценообразования : учеб. пособие для вузов / А. А. Савицкий. – Минск : ДизайнПро, 2004. – 119 с.

**Дурович, А. П.** Маркетинг в туризме : учеб. для вузов / А. П. Дурович. – 4-е изд., стер. – Минск : Новое знание, 2004. – 495 с.

**Ярош, А. И.** Экономическая безопасность Республики Беларусь : учеб.-метод. пособие / А. И. Ярош. – Минск : Веды, 2004. – 89 с.

*Книги двух авторов*

**Тихоненко, Т. П.** Рынок ценных бумаг : учеб.-метод. пособие для вузов / Т. П. Тихоненко, В. А. Казак. – Минск : Веды, 2004. – 58 с.

**Агаркова, И. П.** Гражданское право. Особенная часть : учеб.-метод. пособие для вузов / И. П. Агаркова, А. П. Малашко. – Минск : БГЭУ, 2004. – 77 с.

**Михайлушкин, А. И.** Экономика : учеб. для вузов / А. И. Михайлушкин, П. Д. Шимко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2004. – 488 с.

*Книги трех авторов*

**Дубовец, В. Г.** Внешнеэкономические связи : учеб.-метод. пособие для вузов / В. Г. Дубовец, И. А. Полякова, Н. А. Чернавина. – Витебск : ВГАВМ, 2004. – 31 с.

**Агафонова, Н. Н.** Гражданское право : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева, Л. И. Глушкова ; под ред. А. Г. Калпина. – М. : Юристь, 2002. – 542 с.

*Книги четырех и более авторов*

**Налоги и налогообложение** : учеб. для студентов экон. вузов / Н. Е. Заяц [и др.] ; под общ. ред. Н. Е. Заяц. – Минск : Выш. шк., 2004. – 302 с.

**Бухгалтерский** учет : учеб. для вузов / А. И. Балдинова [и др.] ; под ред. И. Е. Тишкова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Минск : Выш. шк., 2001. – 685 с.

**Основы** идеологии белорусского государства : учеб.-метод. пособие для вузов / В. В. Шинкарев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2004. – 150 с.

#### *Книги без авторов*

**Бухгалтерский** учет и контроль в Республике Беларусь : сб. норматив. актов. – Минск : Амалфея, 2004. – 512 с.

**Налог** на добавленную стоимость. – 7-е изд., перераб. – Минск : Информпресс, 2004. – 147 с.

**Менеджмент** : учеб. пособие для вузов / под ред. В. В. Лукашевича, Н. И. Астаховой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 255 с.

#### *Отдельные тома (части) издания*

**Ильин, А. И.** Планирование на предприятии : учеб. пособие для вузов : в 2 ч. / А. И. Ильин. – Минск : Новое знание, 2000. – Ч. 2 : Тактическое планирование. – 416 с.

#### *Сборники научных трудов*

**Потребительская** кооперация : теория, практика, проблемы и перспективы развития : сб. науч. тр. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель, 2004. – 236 с.

**Проблемы** формирования ассортимента, качества и конкурентоспособности товаров : сб. науч. тр. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель, 2004. – 300 с.

#### *Авторефераты диссертаций*

**Толкачева, Е. Г.** Развитие методик анализа финансовой устойчивости предприятий торговли на основе изучения денежных потоков : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 10.02.03 / Е. Г. Толкачева ; БГЭУ. – Минск, 2004. – 20 с.

#### *Законодательные материалы*



**Конституция** Рэспублікі Беларусь 1994 г. (са змян. і дап., прынята на рэсп. рэферэндуме 24 лютага 1996 г.) : афіц. тэкст. – Мінск : Полымя, 2002. – 93 с.

**О защите прав потребителей** : Закон Респ. Беларусь от 9 янв. 2002 г. № 90-3 : по состоянию на 25 марта 2004 г. – Минск : Дикта, 2004. – 52 с.

**Налоговый** кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей Нац. собр. Респ. Беларусь 15 нояб. 2002 г. : одобр. Советом Респ. Нац. собр. Респ. Беларусь 2 дек. 2002 г. – Минск : Информ-пресс, 2004. – 83 с.

### *Стандарты*

**Аппаратура** радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования : ГОСТ Р 517721-2001. – Введ. 01-01-2002. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 27с.

### *Образцы аналитического библиографического описания*

#### *Статьи из периодических изданий*

##### *С одним автором*

**Кожевникова, Т. С.** Требования к разработке порядка применения скидок / Т. С. Кожевникова // Экономика. Финансы. Упр. – 2005. – № 1. – С. 55–59.

**Олехнович, А. Е.** Оценка эффективности функционирования электронных расчетов / А. Е. Олехнович // Бел. экономика : анализ, прогноз, регулирование. – 2005. – № 2. – С. 49–54.

**Хмельницкий, В. А.** Финансово-хозяйственный контроль как элемент государственного регулирования национальной экономики Республики Беларусь / В. А. Хмельницкий // Весн. Бел. дзярж. экан. ун-та. – 2005. – № 1. – С. 20–23.

##### *С двумя авторами*

**Климович, Л. К.** Роль и место сферы услуг в общественном производстве / Л. К. Климович, И. А. Ткаченко // Весн. Бел. дзярж. экан. ун-та. – 2005. – № 1. – С. 67–73.

**Иванько, А. В.** Государственное регулирование аграрного сектора экономики Украины: теория и практика / А. В. Иванько, А. М. Москаленко // Агроэкономика. – 2005. – № 2. – С. 46–50.

**Зверович, С. Л.** Современные методики анализа рентабельности в торговле / С. Л. Зверович, М. А. Кравченко // Бухгалт. учет и анализ. – 2005. – № 2. – С. 24–30.

#### *С тремя авторами*

**Восков, Я. В.** Превентивный комплексный анализ финансовой деятельности кредитных организаций / Я. В. Восков, В. В. Евсюков, С. Ю. Медведев // Банк. дело. – 2005. – № 1. – С. 32–36.

**Райская, Н. Н.** Оценка качества экономического роста / Н. Н. Райская, Я. В. Сергиенко, А. А. Френкель // Вопр. статистики. – 2005. – № 2. – С. 11–14.

#### *С четырьмя и более авторами*

**Гемобин** – натуральная биологически активная добавка нового поколения / С. И. Черняев [и др.] // Пищевая пром-сть. – 2000. – № 6. – С. 50–52.

#### *Без автора*

**Россия и Белоруссия** договорились о валютном контроле // Валют. регулирование. Валют. контроль. – 2004. – № 4. – С. 6.

**Сельское хозяйство России в 2004 г.** // Экономика сел. хоз-ва России. – 2005. – № 1. – С. 9.

#### *Статьи из сборников, части из книг*

##### *С одним автором*

**Коморовская, О.** Готовность учителя-музыканта к реализации лично-ориентированных технологий начального музыкального образования / О. Коморовская // Музыкальная наука и современность: взгляд молодых исследователей : сб. ст. аспирантов и магистрантов / Бел. гос. акад. музыки. – Минск, 2004. – С. 173–180.

##### *С двумя авторами*

**Войтешенко, Б. С.** Сущностные характеристики экономического роста / Б. С. Войтешенко, И. А. Соболенко // Беларусь и мировые экономические процессы : науч. тр. / БГУ. – Минск, 2003. – С. 132–144.

*С тремя авторами*

**Поборцева, Е. А.** Формирование экономической культуры детей-сирот / Е. А. Поборцева, Е. Н. Надыбина, В. И. Вишневский // Беларусь : 12 лет по пути прогресса : тез. докл. науч. студенч. конф., Гомель, 27 февр. – 3 марта 2006 г. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель, 2006. – С. 96–97.

*С четырьмя и более авторами*

**Вопросы** формирования ассортимента и качества плодоовощных товаров предприятиями Гомельского облпотребсоюза / Л. А. Галун [и др.] // Проблемы формирования ассортимента, качества и конкурентоспособности товаров : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 15–16 апр. 2004 г. / Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп. – Гомель, 2004. – С. 120–122.

**Резервы** развития внешнеэкономической деятельности предприятий потребительской кооперации / М. М. Улезло [и др.] // Актуальные проблемы развития потребительской кооперации в условиях рынка : учеб. пособие / редкол. : А. И. Савинский (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 1995. – С. 177–190.

## ***Официальные документы***

### *Законы*

**О бюджете** Республики Беларусь на 2005 г. : Закон Респ. Беларусь от 18 нояб. 2004 г. № 339-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 189. – С. 20–72.

**О государственной** статистике : Закон Респ. Беларусь от 28 нояб. 2004 г. № 345-3 // Гл. бухгалтер. – 2005. – № 5. – С. 30–34.

### *Декреты*

**О совершенствовании** работы с населением : Декрет Президента Респ. Беларусь от 14 янв. 2005 г. № 2 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 7. – С. 3–5.

**О некоторых** мерах по противодействию торговле людьми : Декрет Президента Респ. Беларусь от 9 марта 2005 г. № 3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 40. – С. 5–11.

### *Указы*

**О совершенствовании** государственного регулирования аудиторской деятельности : Указ Президента Респ. Беларусь от 12 февр. 2004 г. № 67 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 26. – С. 26–27.

**О стимулировании** развития промышленного производства в 2005 г. : Указ Президента Респ. Беларусь от 1 февр. 2005 г. № 57 // Вестн. М-ва по налогам и сборам Респ. Беларусь. – 2005. – № 7–8. – С. 11.

### *Постановления*

**О программе** совершенствования деятельности потребительской кооперации на 2005–2010 гг. : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 авг. 2004 г. № 1038 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 142. – С. 17–18.

**О некоторых** вопросах защиты прав потребителей : постановление М-ва торговли Респ. Беларусь от 23 дек. 2004 г. № 54 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 10. – С. 67–69.

### *Другие нормативные документы*

**Положение** о порядке предоставления и возврата средств республиканского бюджета в виде бюджетного займа, бюджетной ссуды : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 22 дек. 2004 г. № 1619 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 1. – С. 71–75.

**Инструкция** о порядке отражения в бухгалтерском учете налога на добавленную стоимость : утв. постановлением М-ва финансов Респ. Беларусь от 16 дек. 2003 г. № 176 // Гл. бухгалтер. – 2004. – № 4. – С. 45–49.

**Инструкции** о порядке переоценки основных средств по состоянию на 1 января 2005 г. : утв. постановлением М-ва статистики и анализа Респ. Беларусь от 24 дек. 2004 г. № 231 // Гл. бухгалтер. – 2005. – № 3. – С. 14–23.

**Правила** бытового обслуживания потребителей : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 14 дек. 2004 г. № 1590 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 1. – С. 43–54.

**Межотраслевая** типовая инструкция по охране труда при работе с персональными компьютерами : утв. постановлением М-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь от 30 нояб. 2004 г. № 138 // Бюл. М-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь. – 2005. – № 2. – С. 56–68.

**Программа** «Качество» Гомельской области на 2004–2006 гг. : утв. решением Гомел. обл. Совета депутатов от 27 авг. 2004 г. № 106 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – № 153. – С. 7–10.

### *Электронные ресурсы*

**Об утверждении** важнейших параметров прогноза социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 год : Указ Президента Респ. Беларусь, 12 дек. 2005 г., № 587 //Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2006.

**Технологии** корпоративного управления Республики Беларусь // Консалтинговая компания Iteam [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://www.iteam.ru>. – Дата доступа : 12.02.2012.

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
1. Варианты тем и заданий курсовой работы .....	4
2. Методические указания по выполнению курсовых работ .....	35
3. Пример выполнения практического задания .....	42
Список рекомендуемой литературы .....	54
Приложения.....	55

Учебное издание

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ**

**Пособие  
по выполнению курсовых работ для реализации  
содержания образовательных программ  
высшего образования I степени**

Автор-составитель  
**Еськова** Оксана Ивановна

Редактор В. В. Суздалова  
Технический редактор И. А. Козлова  
Компьютерная верстка Е. А. Шведова

Подписано в печать 25.03.14. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .  
Бумага типографская № 1. Гарнитура Таймс. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 4,00. Тираж 60 экз.  
Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский торгово-экономический  
университет потребительской кооперации».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/138 от 08.01.2014.

Просп. Октября, 50, 246029, Гомель.

**БЕЛОРУССКИЙ СОЮЗ**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ»**

---

---

Кафедра информационно-вычислительных систем

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ**  
**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ**  
**РЕШЕНИЙ**

**Пособие**

**по выполнению курсовых работ для реализации**  
**содержания образовательных программ**  
**высшего образования I ступени**



Гомель 2014